

Agriculture
Canada

Publication 1848/F



Clôtures de fils pour la conduite du bétail

Canada

Clôtures de fils pour la conduite du bétail

D.A. Quinton
Station de recherches
Kamloops, C.-B.

Illustration de la couverture
Clôture à grand pâturage à cinq fils

Agriculture Canada Publication 1848/F
On peut se procurer des exemplaires à la
Direction générale des communications
Agriculture Canada
Ottawa K1A 0C7

N° de cat. A-53-1848/1990F ISBN 0-662-96005-X
Impression 1990 2M-09:90

Also available in English under the title
Wire fences for livestock management

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Les clôtures constituent un élément primordial des installations d'élevage et de culture fourragère. Bien qu'elles servent principalement à contenir différents types d'animaux de diverses tailles à l'intérieur ou à l'extérieur d'une enceinte, elles ont également un effet important sur les déplacements et le comportement des animaux. Sans de bonnes clôtures, il n'y aurait pas de protection des cultures, ni de contrôle sur l'accouplement, sur l'alimentation et sur la sécurité du bétail, ni de limites bien précises entre les grands pâturages.

À l'origine, les clôtures étaient des murs de pierre ou de bois construits autour des bâtiments et des terrains très fertiles pour les protéger. Elles sont devenues ensuite un outil de gestion servant à obtenir une meilleure productivité des terres moins fertiles. Cet usage est devenu plus pratique à grande échelle avec l'avènement du fil barbelé à la fin du XIXe siècle et l'invention du grillage métallique quelques années plus tard. Après l'avènement du fil métallique peu coûteux, il y a eu peu de développements dans la technique des clôtures et dans la conception du rôle des éléments des clôtures. Les poteaux étaient espacés d'une longueur de perche (traverse) et les fils étaient tendus fermement entre eux pour simuler la rigidité des traverses de bois. Les poteaux ont finalement été traités contre le pourrissement, aiguisés et enfoncés par battage au lieu d'être remblayés et damés, mais peu de choses ont changé jusqu'à il y a quelques années.

Les coûts élevés des terrains, de la machinerie, des engrais, du carburant, des aliments et du matériel agricole ainsi que de la main-d'oeuvre que nous connaissons aujourd'hui ont rendu nécessaire une utilisation plus efficace des terres. Ces conditions économiques combinées à la nécessité de remplacer de nombreuses clôtures fabriquées au cours des années quarante, avec des matériaux et de la main-d'oeuvre bon marché, ont accru le besoin de bonnes clôtures peu coûteuses. Ce besoin a été à l'origine de recherches visant à identifier les règles de l'art dans la construction des clôtures. Ces recherches ont mené à la conception de clôtures sous traction élevée (136 kg de tension) comportant soit des fils barbelés, soit des fils lisses à haute résistance à la traction, puis à l'électrification de ces derniers. La clôture la plus rentable est la clôture la moins chère offrant la durée de vie la plus longue.

ÉLÉMENTS DE CLÔTURES

Le principe des clôtures modernes est fondé sur une paire d'ancrages, les «assemblages d'ancrage», entre lesquels les fils sont

tendus. Des poteaux sont alignés entre les assemblages d'ancrage pour maintenir l'écartement entre les fils et soutenir ces derniers. Les fils sont attachés de façon non fixe aux poteaux à l'aide de crampons. L'écartement entre les fils est également maintenu par des espaceurs ou des écarteurs. Tous ces éléments réagissent solidairement en un ensemble combinant des matériaux résistants aux chocs, un bon ancrage et un passage dégagé suffisant pour constituer une clôture économique et efficace.

ASSEMBLAGES D'ANCRAGE

Pour comprendre le fonctionnement et la résistance des clôtures, il faut connaître les contraintes qui leur sont imposées. La plupart des fils de calibre 12 1/2 utilisés aujourd'hui ont une résistance à la rupture de 450 kg, dans le cas du fil barbelé, et de 590 kg, pour le fil lisse (à haute résistance à la traction). Un assemblage d'ancrage auquel sont attachés cinq fils serrés à une tension de 136 kg devra donc résister à une charge permanente de 680 kg. L'assemblage d'ancrage étant le dispositif d'ancrage de la clôture et l'élément qui lui donne sa résistance, elle doit résister à la traction des fils tendus plus toute autre surcharge supplémentaire jusqu'au point de rupture des fils.

POTEAUX

Les poteaux et leur mise en place constituent les éléments les plus coûteux de la construction d'une clôture. Par conséquent, moins les poteaux sont nombreux, moins la clôture sera coûteuse. Les principales fonctions des poteaux intermédiaires sont de maintenir l'écartement des fils, d'absorber une partie du poids des fils, d'empêcher le renversement et d'ajouter de la visibilité à la clôture; ils ne sont pas destinés à augmenter de façon considérable la résistance ou la rigidité de la clôture. Par conséquent, les poteaux intermédiaires peuvent être espacés de 10 à 30 m les uns des autres. L'espacement réel des poteaux dépend des conditions du terrain et de la fonction de la clôture. La recherche a démontré que le coût de construction des clôtures n'est pas réduit de façon considérable lorsque l'espacement des poteaux est supérieur à 18 m (fig. 1.).

FIL

Les fils sont des éléments de confinement qui obturent les espaces entre les poteaux et les assemblages d'ancrage. Le fil sous traction élevée devrait être assez résistant pour supporter les contraintes imposées et devrait être galvanisé pour résister à la rouille. Le fil barbelé doit être pré-tendu à 270 kg pour le redresser afin qu'il puisse réagir de façon élastique aux charges appliquées. Le fil à haute

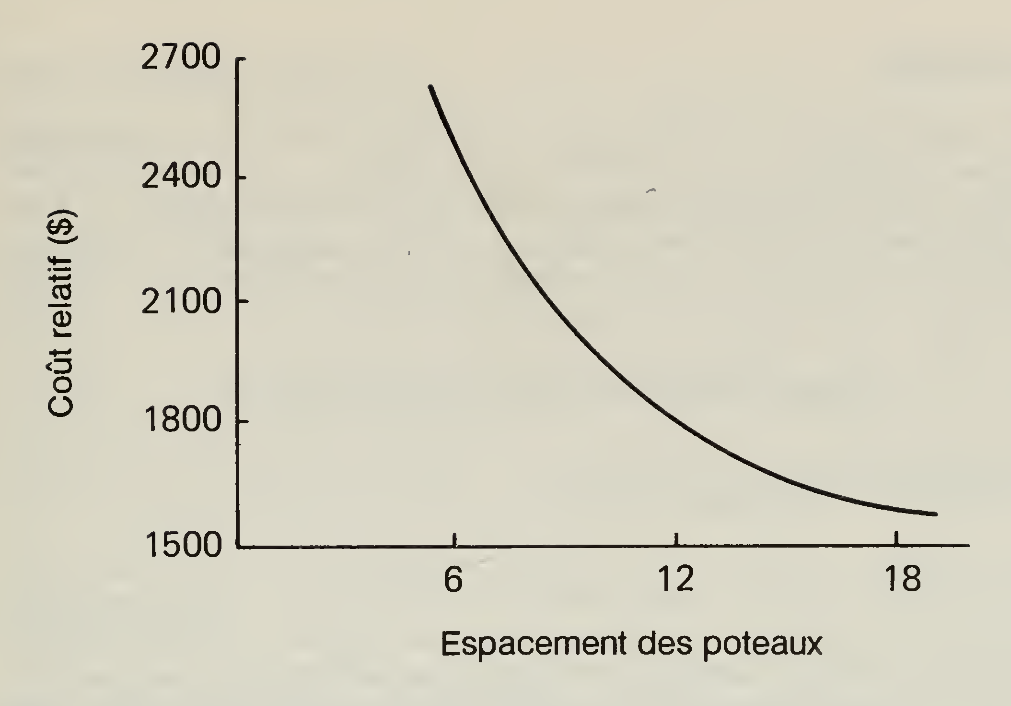


Fig. 1 Coût des clôtures en fonction de l'espacement des poteaux.

résistance, puisqu'il est d'un seul brin, ne nécessite pas de pré-tension. Le fil devrait être attaché fermement aux assemblages d'ancrage à une tension standard de 136 kg à 0 °C ou l'équivalent.

Les barbes sur les fils sont essentiellement des survivances du temps des fils à faible résistance à la traction alors qu'on croyait qu'elles constituaient un moyen dissuasif important pour empêcher le passage des animaux. La recherche a démontré que le comportement monolithique et élastique des clôtures modernes est un moyen de dissuasion plus efficace. Une section de clôture de fils équipée d'espaceurs se déplace avec l'animal qui s'y attaque sans, toutefois, que les fils s'écartent et qu'une brèche soit créée.

FIXATIONS

Les crampons ou fixations sont les dispositifs qui servent à fixer les fils aux assemblages d'ancrage et à maintenir l'écartement des fils sur les poteaux intermédiaires. Utiliser une surface plane pour que chaque pointe du crampon serve de coin et pour guider les pointes lorsqu'elles s'enfoncent dans le bois. Puisque les crampons sont des dispositifs d'écartement plutôt que de fixation, ils ne devraient pas être trop enfoncés contre le fil sur les poteaux intermédiaires. En laissant un espace entre la couronne du crampon et le fil sur les poteaux intermédiaires, on laisse au fil la possibilité de glisser entre le crampon et le poteau. Ainsi, on tire profit de toute l'élasticité du fil, ce qui répartit les tensions sur toute la longueur du fil. Au contraire, lorsque les crampons sont trop enfoncés contre le fil, on obtient de courtes sections indépendantes plus rigides, qui s'étirent ou se brisent sous les charges.

ESPACEURS

Des espaceurs sont utilisés pour maintenir l'écartement entre les fils et pour augmenter la visibilité de la clôture. Ils répartissent également les forces appliquées à tous les fils de la clôture. Les espaceurs devraient être peu coûteux, faciles à installer et assez résistants pour ne pas plier ni se rompre sous les charges.

PRINCIPES FONDAMENTAUX

ESPACEMENT DES POTEAUX

La pratique courante et la croyance populaire veulent que les poteaux de clôture soient rapprochés les uns des autres et que les fils y soient fermement fixés pour qu'une clôture soit solide. Toutefois, dans les faits, avec du fil en tension, c'est l'inverse qui est vrai. Lorsqu'une force d'impact est appliquée à un fil de clôture, les forces latérales agissant surles poteaux s'amenuisent à mesure que la distance entre les poteaux augmente (fig. 2).

En d'autres mots, les poteaux rapprochés doivent absorber une plus grande part de la force d'impact sur le fil, ce qui augmente les risques de défaillance des poteaux par rupture ou renversement. Si les crampons retenant les fils ont été enfoncés à fond sur le fil, le problème est aggravé. Ces courtes sections se comportent comme des clôtures individuelles et doivent absorber la totalité de la charge qui leur est appliquée, ce qui augmente considérablement les risques de défaillance des poteaux et des fils.

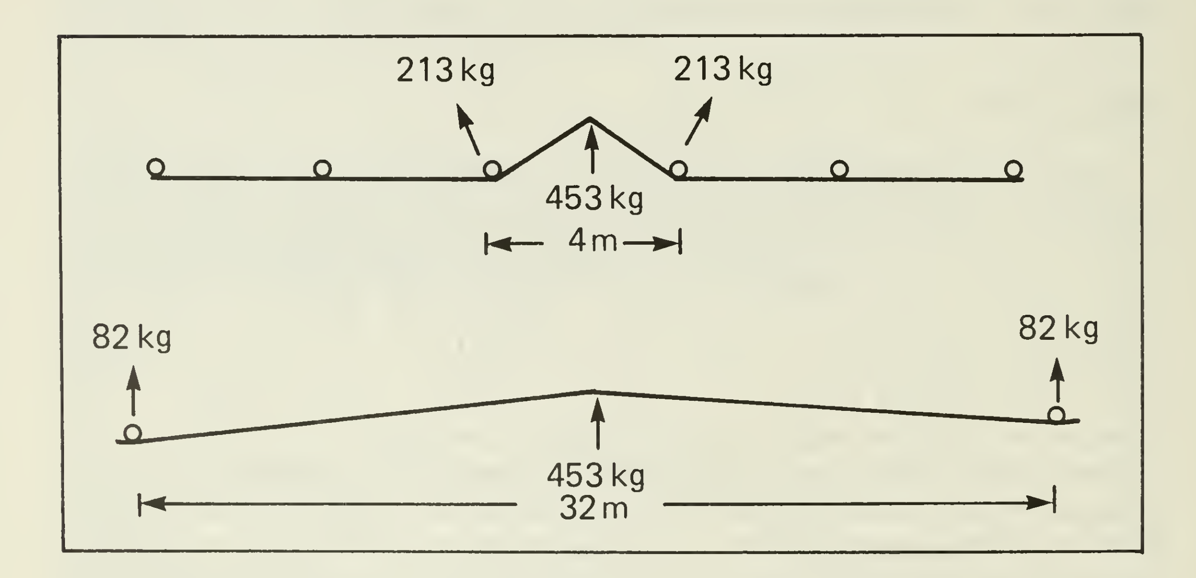


Fig. 2 Effet de l'espacement des poteaux sur les charges latérales appliquées à une clôture.

PROPRIÉTÉS DES FILS

Élasticité

Le fil barbelé pré-tendu (redressé) et le fil d'acier à haute résistance s'allongent à un taux proportionnel à la tension appliquée, jusqu'à ce qu'il atteigne sa limite élastique. La relation contrainte-déformation est approximativement linéaire jusqu'à la limite élastique, qui se situe à environ quatre-vingts pour cent de la résistance à la rupture du fil. Si un fil est soumis à une tension inférieure à la limite élastique, il reviendra à sa longueur initiale lorsque la charge sera retirée. Par contre, si la tension dépasse sa limite élastique, le fil sera étiré de façon permanente.

Cramponnage

Les crampons enfoncés fermement contre le fil sur les poteaux intermédiaires nuisent à l'élasticité du fil et réduisent sa résistance aux chocs. Il suffit d'une force très réduite pour faire fléchir des fils aussi rigides et les faibles forces appliquées produisent des tensions importantes sur les fils d'une courte section de clôture. Par contre, si les crampons n'écrasent pas le fil, le fléchissement causé par le choc est réparti sur une plus grande longueur de fil et l'allongement par mètre de fil est très petit, ce qui produit une augmentation de tension minime. Prenons un exemple pour illustrer ce principe :

- espacement de 6 m entre les poteaux
- taux d'allongement du fil : 0,93 mm/100 kg
- tension initiale du fil : 136 kg
- assemblages d'ancrage (fil attaché solidement) espacés de 200 m.

Situation 1 Les crampons sont enfoncés pour retenir le fil fermement contre les poteaux intermédiaires et une force suffisante est appliquée pour fléchir le fil de 30 cm.

En trouvant l'hypoténuse, on peut déterminer que l'allongement résultant du fil est soit d'environ 30 mm sur 6 m de fil ou 5 mm par mètre de longueur de fil. Puisque le fil s'allonge de 0,93 mm/m pour chaque force de 100 kg appliquée, un allongement de 5 mm/m produit une augmentation de tension d'environ 538 kg. Puisque le fil était initialement étiré à une tension de 136 kg, cette augmentation de tension dépassera la résistance à la traction du fil. Si les crampons et poteaux tiennent bon, le fil cassera. Sinon, les poteaux prendront du jeu, les crampons seront arrachés et le fil sera étiré de façon permanente.

Situation 2 Les crampons sont enfoncés juste assez pour laisser au fil un jeu entre la couronne du crampon et le poteau, et une force suffisante pour fléchir le fil de 30 cm est appliquée.

En trouvant l'hypoténuse, on peut déterminer que l'allongement résultant du fil est, soit d'environ 30 mm sur 200 m de fil ou 0,15 mm

par mètre de longueur de fil. Puisque le fil s'allonge de 0,93 mm/m pour chaque force de 100 kg appliquée, un allongement de 0,15 mm/m produit une augmentation de tension d'environ 16 kg.

La somme résultant de cette valeur additionnée à la tension initiale (136 kg + 16 kg) se situe bien en-deçà de la limite élastique du fil. Le fil résisterait à la force appliquée (repousserait l'animal) et reviendrait à sa longueur et à sa tension initiales lorsque la charge serait retirée. Il n'y aurait aucun dommage à la clôture.

Garder en mémoire—Lorsque les crampons sont enfoncés fermement contre le fil sur les poteaux intermédiaires, de petites déflexions (petites charges) relativement petites produisent des tensions assez importantes sur le fil, dont la limite élastique risque davantage d'être dépassée. Le fil et la clôture sont alors plus sujets aux dommages permanents, aux flèches et aux défaillances.

Température

Autre élément à considérer relativement au fil : la dilatation et la contraction en fonction des variations de température. Une variation de température de 5 °C cause une variation de 5 kg de la tension du fil, quelle que soit la longueur considérée. Par conséquent, il faut prévoir un certain jeu lorsqu'on tend les fils ou incorporer à la clôture un dispositif permettant de changer rapidement la tension. La tension de fil recommandée est de 136 kg à 0 °C, de 126 kg à 10 °C, de 116 kg à 20 °C, etc.

ASSEMBLAGES D'ANCRAGE

Ces assemblages sont les ancrages des fils de clôture et doivent donc être aussi d'équerre et résistants que possible. Les assemblages d'ancrage doivent être aussi éloignés les uns des autres que le permet le terrain, sans toutefois être espacés de plus 400 m.

Les poteaux d'ancrage ont tendance à pivoter sur leur axe pour trouver leur équilibre lorsque la tension est appliquée et que les éléments de l'assemblage viennent en compression. Un simple pivotement de 25 mm peut réduire la tension de moitié sur une section de 100 m; donc, la tension d'une clôture de 100 m tendue à 45 kg serait réduite à 23 kg. Par ailleurs, le même pivotement (25 mm) dans le cas d'une clôture de 200 m ne réduirait la tension que d'un quart : de 45 à 34 kg.

Les résultats d'essais visant à déterminer la charge de défaillance de plusieurs types d'assemblages d'ancrage (fig. 3) sont fournis au tableau 1. Puisque tous les assemblages à double empattement étaient assez robustes pour résister à des charges suffisantes pour rompre les fils de clôture, le type 3 a été choisi comme norme pour les assemblages d'extrémité et d'angle. Cet assemblage est facile à

Tableau 1 **Résistance à la défaillance des assemblages d'ancrage (poteaux de 215 cm x 127 mm enfoncés à 76 cm)**

	À simple empattement		À double empattement	
Type d'ancrage	Déflexion à 680 kg (mm)	Charge à la défaillance (kg)	Déflexion à 680 kg (mm)	Charge à la défaillance (kg)
1	15,2	1633	8,6	2721
2	19,6	1451	12,2	2520
3	29,0	1315	12,4	2520
4	3,3	2540	3,3	2721
5	8,4	1769	3,6	1860
6	4,3	1451	2,3	2721

construire, demande moins de précision dans l'exécution et est d'aspect agréable. Dans les cas où un assemblage à simple empattement est préférable, le type 4 offrirait une résistance suffisante. Les assemblages de type 4 doivent être construits selon des spécifications très exactes.

MATÉRIAUX DES CLÔTURES

POTEAUX DE BOIS

Le matériau convenant le mieux à la construction de clôtures sous tension élevée ou à haute résistance à la traction est le bois ou, plus précisément, les poteaux de bois ronds aiguisés qui peuvent être enfoncés dans le sol et qui ont été traités chimiquement pour résister au pourrissement. Les poteaux de bois tendre comme le pin absorbent bien les produits chimiques, sont légers, assez résistants et peu coûteux, et ont une longue durée de vie utile.

Les poteaux traités sous pression sont relativement droits et sont affûtés pour faciliter l'enfoncement. Leur diamètre varie d'une extrémité à l'autre et d'un poteau à un autre. Tous les diamètres spécifiés dans le présent document sont des valeurs minimales et correspondent à l'extrémité la plus petite de chaque poteau.

On peut se procurer des poteaux traités qui résistent aux intempéries, au pourrissement, au feu et aux termites. Des poteaux bien traités sous pression peuvent durer jusqu'à 40 ans. Il faut éviter les poteaux qui ont été trempés ou imbibés dans le produit de préservation ou qui ont été traités au pinceau. Ces poteaux sont peut-être moins coûteux, mais ils sont de piètre qualité. Ils doivent être

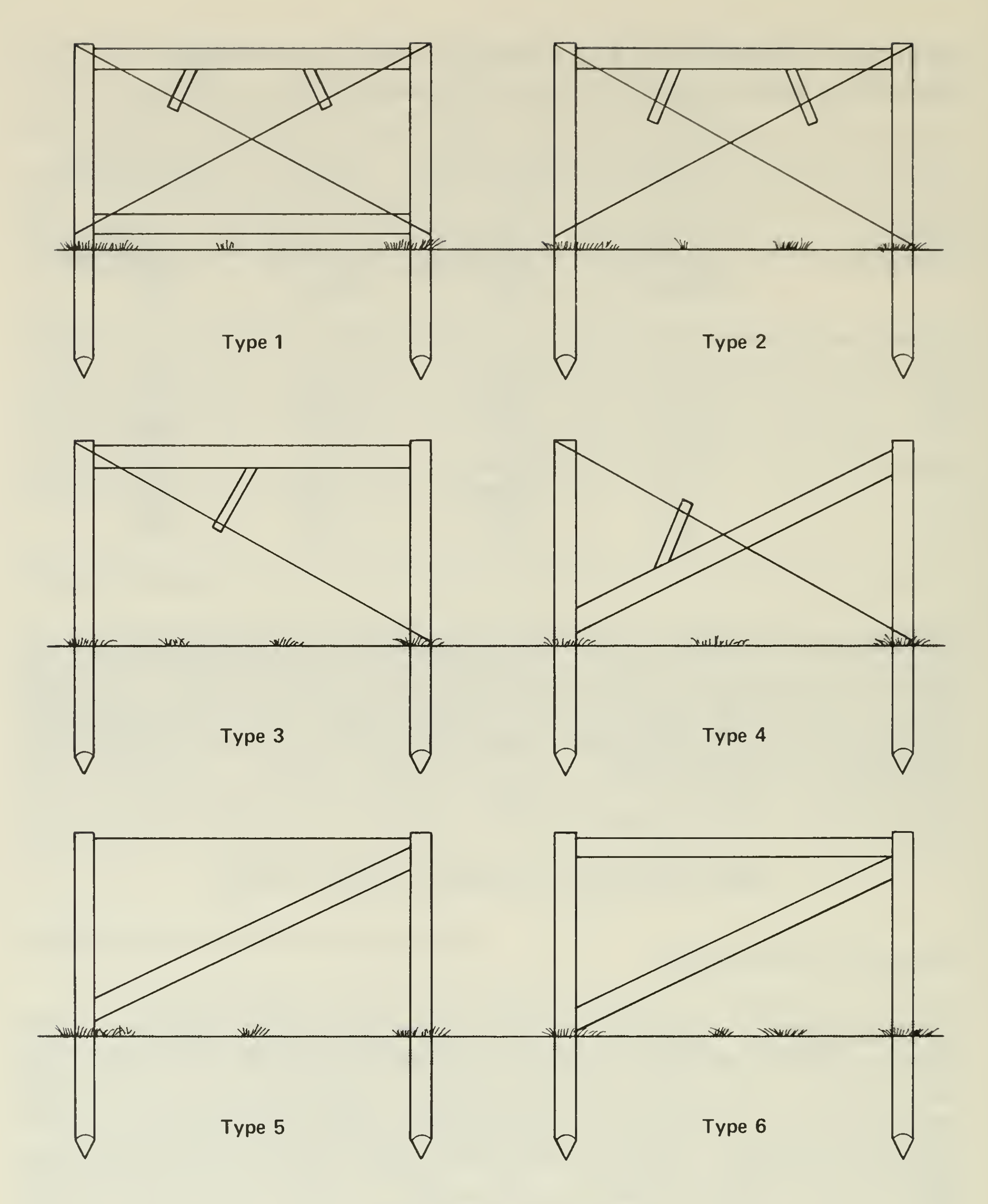


Fig. 3 Types d'assemblages d'ancrage mis à l'essai.

remplacés après un temps relativement court. Les poteaux utilisés pour les assemblages d'ancrage doivent avoir une résistance intrinsèque suffisante pour résister sans défaillance à la tension de tous les fils de la clôture et aux chocs produits par les animaux. Les fils peuvent, à eux seuls, exercer sur les poteaux de coin des forces supérieures à 1 100 kg dans le cas d'une clôture à dix fils. Les poteaux intermédiaires doivent supporter une partie du poids des fils ainsi qu'une partie des pressions exercées sur les fils. Des résultats d'essais pour les poteaux de pin traités sous pression sont fournis à la figure 4 et au tableau 2.

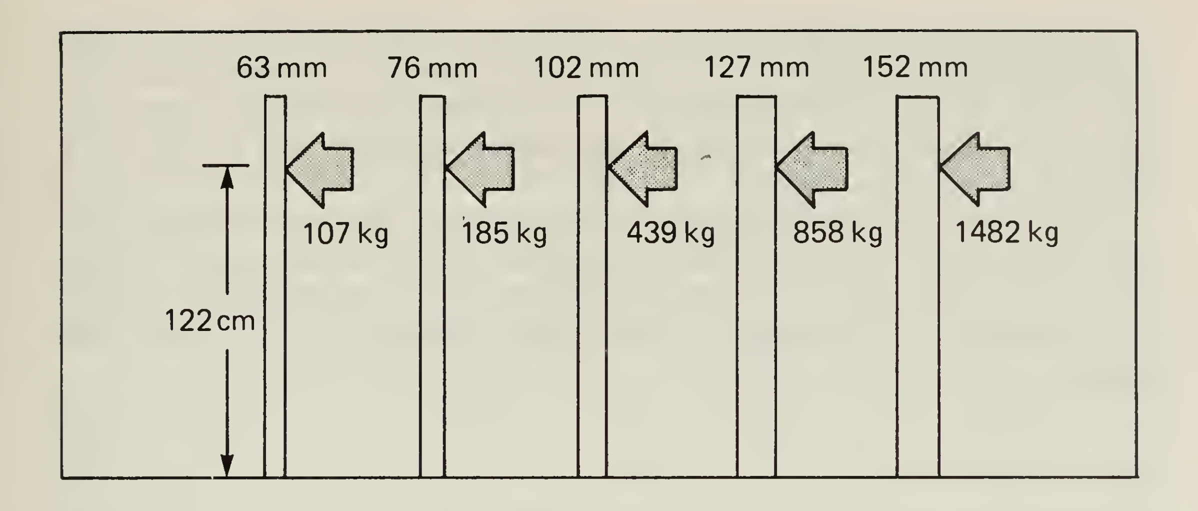


Fig. 4 Résistance à la rupture moyenne des poteaux de pin traités sous pression avec des charges appliquées de façon constante.

Tableau 2 Capacités de charge latérale des poteaux enfoncés

Diamètre (mm)	Type de sol	Profondeur d'enfoncement (cm)	Force (kg)	Défaillance
102	Argile molle	76	45	renversement[1]
	Argile moyenne	76	408	renversement
	Argile ferme	76	635	inclinaison
	Argile très ferme	76	680	inclinaison
102	Argile molle	107	84	renversement
	Argile moyenne	107	590	renversement
	Argile ferme	107	748	inclinaison
	Argile très ferme	107	771	inclinaison
102	Argile molle	122	104	renversement
	Argile moyenne	122	601	renversement
	Argile ferme	122	771	inclinaison
	Argile très ferme	122	794	inclinaison
127	Argile molle	122	136	renversement
	Argile moyenne	122	998	renversement
	Argile ferme	122	1474	inclinaison
	Argile très ferme	122	1520	inclinaison
152	Argile molle	122	186	renversement
	Argile moyenne	122	1451	renversement
	Argile ferme	122	2449	renversement
	Argile très ferme	122	1540	inclinaison

[1] Inclinaison supérieure à 130 mm.

Des fabricants réputés offrent différents types de poteaux traités. L'acheteur doit s'assurer de la qualité du produit de préservation et des techniques de traitement avant d'acheter des poteaux. Il est trop tard pour rendre un produit de mauvaise qualité une fois qu'il a reposé 1 an ou 2 dans le sol.

Les produits chimiques de préservation peuvent causer des réactions chez les personnes sujettes aux allergies. Il est indispensable de porter des vêtements à manches longues, des gants et des lunettes ou un masque de sécurité lorsqu'on travaille avec des poteaux traités chimiquement.

Recommandations

Poteaux traités au pentachlorophénol Le pentachlorophénol (penta) est un préservateur pour bois utilisé pour traiter les poteaux de bois tendre. Le produit chimique sec est mélangé à du mazout et est imprégné dans le bois dans une chambre de pressurisation. Les cristaux de pentachlorophénol demeurent dans le bois lorsque la pression est enlevée. Les poteaux ainsi traités devraient contenir au moins 4,0 kg de pentachlorophénol par mètre cube de bois ou répondre aux exigences de la norme ACNOR 080.5.

Poteaux traités au CCA Le chrome-cuivre arséniate (CCA) dissous dans l'eau est un excellent préservateur pour les poteaux de bois. Après traitement sous pression, l'évaporation de l'eau laisse, à l'intérieur du bois, un sel qui est toxique pour les insectes et pour les mycètes causant la moisissure. Ces poteaux sont secs, ne présentent pas de résidu huileux et peuvent être peints. Ils sont d'une couleur vert clair après traitement. Les poteaux ainsi traités devraient contenir au moins 6,4 kg de chrome-cuivre arséniate par mètre cube de bois ou répondre aux exigences de la norme ACNOR 080.5.

Poteaux créosotés sous pression La créosote est le produit de préservation pour bois le plus ancien et le plus utilisé. Les poteaux créosotés sous pression ont une excellente protection contre l'humidité, les insectes et la moisissure et sont résistants à la mise à la terre si la clôture est électrifiée. Leur durée moyenne est de 35 ans, mais certains peuvent durer 70 ans et plus en terrain sec. Ces poteaux, ignifuges puisque leur surface se carbonise, s'éteignent tout seuls. Les poteaux créosotés sous pression devraient contenir au moins 96,0 kg de créosote par mètre cube de bois ou répondre aux exigences de la norme ACNOR 080.5.

TYPES D'ESPACEURS

Sur les terrains au profil régulier, l'espacement des poteaux des clôtures de pâturage peut être de 18 m ou plus si des espaceurs sont installés entre les poteaux intermédiaires. Le nombre d'espaceurs

dépend du type de bétail et de l'intensité des pressions sur la clôture. Dans des conditions de pâturage, avec des animaux exerçant sur la clôture des pressions de légères à intermédiaires, un espaceur aux 6 m suffit. Un espaceur tous les 3 m est recommandé pour les pressions intermédiaires à élevées et il faut un espaceur tous les 1,5 m lorsque les animaux exercent de fortes pressions. Les espaceurs ne devraient pas plier sous les chocs habituels que subissent les clôtures. Ils doivent maintenir l'écartement des fils en tout temps et avoir une durée de vie équivalente à celle du reste de la clôture.

De nombreux types d'espaceurs sont vendus au Canada. Dans la plupart des cas, les espaceurs en bois ou en tôle sont recommandés (fig. 5). Les espaceurs en bois doivent être assez résistants à la moisissure pour durer aussi longtemps que le reste de la clôture. Ces espaceurs sont souvent fabriqués à partir d'arbrisseaux coupés (dans des régions forestières), de bois traité de 25 × 100 mm ou de cèdre fendu de 38 × 38 mm. Les espaceurs en tôle sont fabriqués à partir de tôle d'acier galvanisé de calibre 18. L'espaceur en fil torsadé est un autre type très utilisé parce qu'il est peu coûteux et facile à installer. Toutefois, ces espaceurs plient de façon permanente sous des charges ou chocs très légers. Pour cette raison, ces espaceurs ne devraient être utilisés que pour les clôtures exposées à des pressions très faibles de la part des animaux.

Puisque les espaceurs ne sont pas enfoncés dans le sol, ils doivent être solidement fixés aux fils de la clôture. Les espaceurs peuvent être lisses, encochés ou rainurés pour recevoir les fils sur lesquels ils s'enclenchent ou auxquels ils sont attachés au moyen de fils ou de crampons.

Si on utilise des espaceurs en bois rainurés ou en tôle qui s'enclenchent dans les fils, il faut s'assurer qu'ils ne glisseront pas le long des fils après l'installation (fig. 5). Le meilleur moyen pour éviter ce glissement est de s'assurer qu'il y a un léger décalage des rainures lors de la fabrication.

TYPES DE FILS

Tous les fils des clôtures sous forte tension et à haute résistance à la traction devraient être des fils d'acier de calibre 12 1/2 à triple galvanisation (type III). Pour que les fils barbelés soient sécuritaires et efficaces, ils doivent avoir une résistance à la traction d'au moins 4 900 kg/cm^2. Les fils à haute résistance devraient avoir une résistance à la traction d'au moins 9 800 kg/cm^2. Le tableau 3 fournit une comparaison des caractéristiques des fils barbelés et des fils à haute résistance.

Avantages du fil à haute résistance sur le fil barbelé

- Moins cher que le fil barbelé (moins de la moitié du prix à longueurs égales).

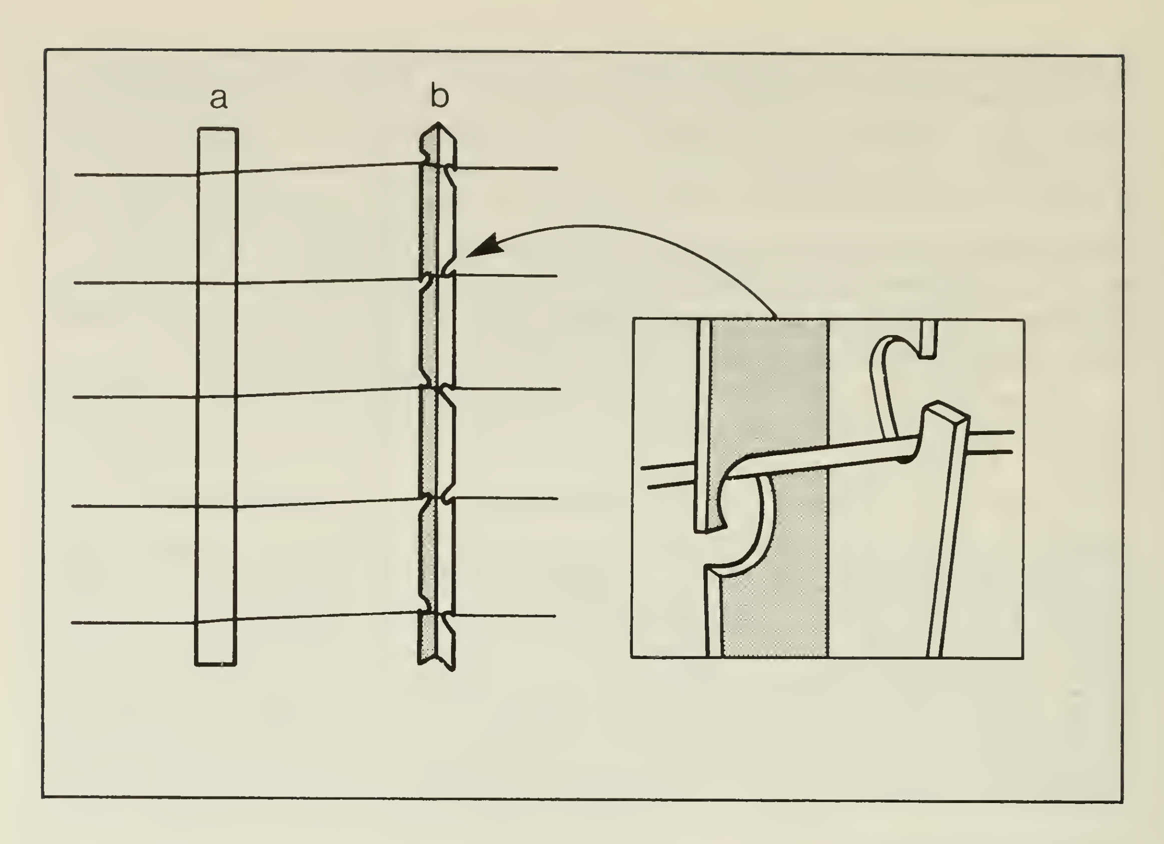


Fig. 5 Espaceurs en bois à rainures diagonales et espaceurs métalliques à enclenchement.

Tableau 3 Caractéristiques des fils

Type de fil	Calibre	Diamètre (mm)	Résistance à la rupture (kg)	Résistance à la rupture (kg/cm²)	Limite élastique (kg)	Limite élastique (kg/cm²)
Barbelé	12	2,54	431	4 921	399	4 007
Attaches haute résist.	12	2,69	590	10 545	499	8 928
Clôture haute résist.	12	2,46	644	12 441	485	10 179
Clôture Maxten 200™	12	2,51	823	16 576	735	14 760

- Plus facile à débobiner et à manipuler. Tous les fils peuvent être débobinés et serrés en une seule passe puisqu'il n'y a pas de pointes qui peuvent s'enchevêtrer dans les autres fils ou dans la végétation. À elle seule, cette caractéristique peut éviter à l'installateur 9 km de marche pour chaque section de 1,6 km de clôture à 5 fils.
- Plus sécuritaire pour le bétail et les autres animaux; pas de pointes qui peuvent endommager la peau.
- Élastique sur toute sa longueur étant donné qu'il n'y a pas de pointes qui peuvent s'accrocher dans les crampons. Il supporte donc des chocs plus violents.
- Ne nécessite pas de pré-tension pour acquérir ses propriétés élastiques.
- Possède une plus grande résistance à la traction que le fil barbelé de même calibre.

TYPES DE FIXATIONS

Crampons

Il n'est pas recommandé d'enfoncer les crampons à fond sur les poteaux intermédiaires (fig. 6). Il faut donc des crampons plus longs. On recommande des crampons de 4,5 cm de longueur, anticorrosion avec pointes biseautées en sens opposés. Les crampons galvanisés ont une plus grande résistance à l'arrachement que les crampons lisses. Soixante crampons devraient peser environ 450 grammes.

Chevilles et clous

Des chevilles de différentes longueurs ou de longs clous seront nécessaires à la construction des assemblages d'ancrage. Les unes comme les autres devraient être anticorrosion. Les clous spiralés tiennent mieux que les clous lisses ou enduits, mais sont difficiles à enlever.

Fixations aux poteaux d'extremité

Les fils peuvent être attachés aux poteaux d'extrémité, d'angle et de barrière à l'aide de différents noeuds. Des essais ont démontré que ces noeuds réduisent la résistance du fil de 40 % et constituent les points faibles de la clôture. Ils ne sont décrits dans le présent document que comme solution de remplacement aux fixations mécaniques.

Noeuds

Fil barbelé La méthode traditionnelle consiste à fixer solidement le fil barbelé aux poteaux d'ancrage et d'extrémité à l'aide de crampons, et à l'ancrer en lui faisant faire deux tours autour du poteau d'extrémité pour ensuite le tortiller serré autour de lui-même. Cette méthode est efficace si les crampons sont fermement enfoncés contre le fil, mais pas au point de l'affaiblir ou de l'endommager. Dans le cas des clôtures sous forte traction, les crampons sur les poteaux d'extrémité et d'ancrage doivent être enfoncés à proximité des pointes dans la mesure du possible, pour éviter que le fil glisse dans la direction de traction lorsque le tire-fils est retiré après serrage.

Fil à haute résistance Ce type de fil peut aussi être attaché aux poteaux d'extrémité ou d'ancrage à l'aide d'un noeud spécial (fig. 7) une fois qu'il est fixé par des crampons à ces poteaux. Pour faire ce noeud, il faut se garder 76 cm de fil au-delà du poteau d'extrémité et l'enrouler autour du poteau à partir du côté d'où proviennent les pressions des animaux. On passe ensuite l'extrémité libre sous le fil dormant et on la ramène au-dessus de ce dernier en laissant plusieurs centimètres de dégagement par rapport au poteau. On passe ensuite l'extrémité libre entre la boucle de fil et le poteau, et on tire pour resserrer fermement la boucle autour du poteau. On fixe ensuite l'extrémité libre au fil de ligne (dormant) en la tortillant en tire-bouchon en commençant au-dessus du fil dormant.

Fixations mécaniques

Manchons à compression Ces manchons peuvent être utilisés pour attacher le fil aux poteaux d'extrémité et aux assemblages d'ancrage (fig. 8). Des essais ont démontré que ces fixations conservent 100 % de la force du fil lorsqu'elles sont bien installées. Pour utiliser des manchons à compression, on laisse 60 cm de fil dépasser du poteau. Avant de fixer les crampons, enfiler deux ou trois manchons ovales sur le fil. Ramener les fils en les glissant par-dessus le poteau. Passer le fil autour du poteau en commençant du côté où seront les animaux et enfiler l'extrémité libre à travers les manchons. Positionner les manchons à quelques centimètres du poteau et serrer chacun d'eux avec une pince à manchonner (décrit à la section «Outils»).

Mors du type Wirevise Une autre méthode de fixation du fil à haute résistance aux poteaux d'extrémité consiste à utiliser un mors de type Wirevise (fig. 9). On perce un trou de 9,5 mm dans les poteaux d'extrémité, à la hauteur désirée du fil, à un léger angle à l'opposé du côté de la clôture exposé aux animaux. Enfiler le fil à travers le trou et le mors. Glisser le mors vers le poteau et l'enfoncer dans le trou. Le mors serrera le fil lorsque la tension sera appliquée et sera d'affleurement avec le poteau. Couper le fil excédentaire d'affleurement avec le mors. Cette fixation conserve au fil 100 % de sa résistance.

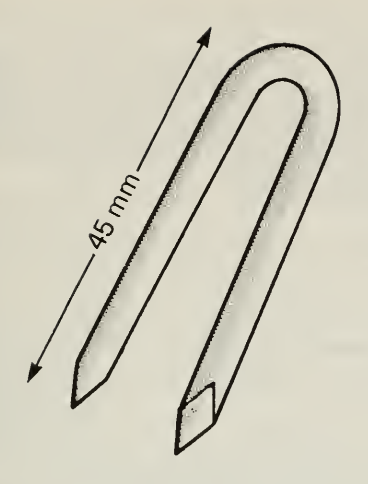


Fig. 6 Crampon

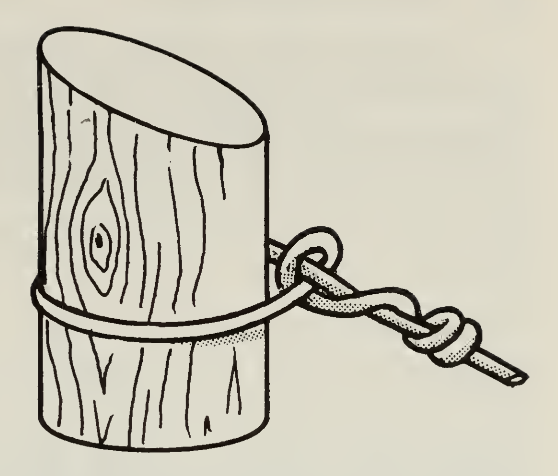


Fig. 7 Noeud pour attacher les fils à haute résistance

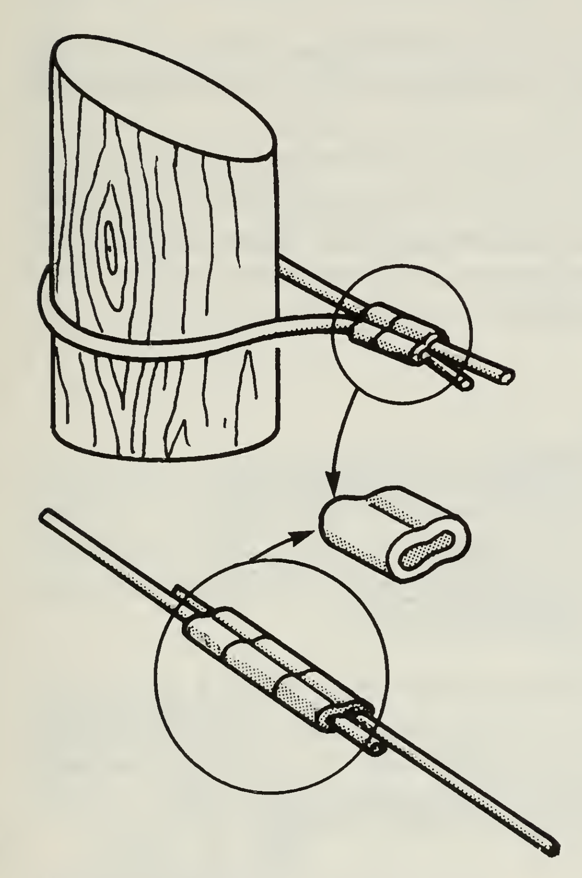


Fig. 8 Manchons à compression ovales.

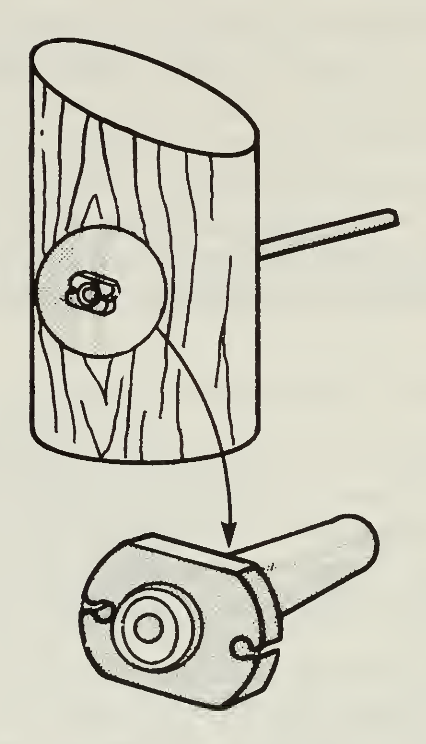


Fig. 9 Mors Wirevise fiable pour le fil à haute résistance.

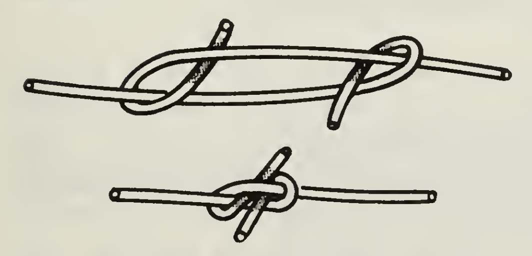


Fig. 10 Noeud en forme de huit pour joindre des fils à haute résistance.



Fig. 11 Joint Wirelink «Reliable» pour fils à haute résistance.

ÉPISSAGE DES FILS

Les fils peuvent être épissés à l'aide de noeuds, qui sont généralement efficaces à 60 % de la résistance du fil, ou au moyen de fixations mécaniques. Les fixations mécaniques sont efficaces à 100 % de la résistance du fil lorsqu'elles sont bien installées.

Noeuds

Fil barbelé La méthode la plus courante pour joindre le fil barbelé consiste à former une boucle d'environ 8 cm en repliant une extrémité du fil sur lui-même et en le tortillant serré autour du fil dormant. L'extrémité libre de l'autre fil à joindre est enfilée dans la boucle et repliée sur elle-même pour former une boucle semblable, qui est également fixée en tortillant serré autour du fil dormant.

Fil à haute résistance Le noeud le plus utilisé pour joindre ces fils forme un huit (fig. 10). Pour faire ce noeud, on fait chevaucher les extrémités des fils à joindre de 20 cm et on forme une boucle à l'extrémité de chaque fil autour de l'autre fil de façon que les boucles soient en sens contraire. On place ensuite l'extrémité du fil de chaque boucle au-dessous de lui-même de façon que les deux extrémités pointent en sens opposés. Tirer fermement les boucles ensemble. Une fois le fil tendu, enlever l'excédent de fil.

Fixations mécaniques

Manchons à compression Ces manchons peuvent servir à joindre deux fils ou à attacher un fil aux poteaux d'extrémité (fig. 8). Enfiler les extrémités des fils à travers les manchons. Sertir chaque manchon avec une pince à manchonner. Les manchons à compression sont efficaces à 100 % de la résistance à la rupture du fil.

Joint Wirelink Ce type de joint permet d'attacher bout à bout deux fils à haute résistance simplement en insérant leur extrémité aussi loin que possible à l'intérieur du joint (fig. 11). En tirant en sens opposé, on bloque le fil, ce qui permet de conserver à ce dernier 100 % de sa résistance à la rupture.

TENDEURS ET RESSORTS DE TENSION SUR FIL

Les autres accessoires disponibles pour les clôtures à haute résistance comprennent des tendeurs sur fil réglables avec poignée amovible et des ressorts indicateurs de tension sur fil (fig. 12). Ces deux types d'accessoires sont des dispositifs qui restent en permanence sur le fil dans chaque section de clôture. Ils doivent être utilisés à moins que d'autres dispositifs soient prévus pour tendre les fils. Un tendeur à cliquet à chaque fil permet à l'exploitant agricole de

retendre ou de détendre le fil en fonction des températures. Ces accessoires constituent un moyen facile et efficace pour maintenir les fils à la tension appropriée. Ils facilitent et accélèrent également les réparations et le resserrement lorsque la clôture se brise.

Il faut au moins un ressort indicateur de tension monté de façon permanente sur un fil à chaque section de clôture. Les autres fils de la section sont ajustés à la main à la même tension que celui comportant un ressort indicateur. Avec la pratique, cette méthode devient remarquablement précise.

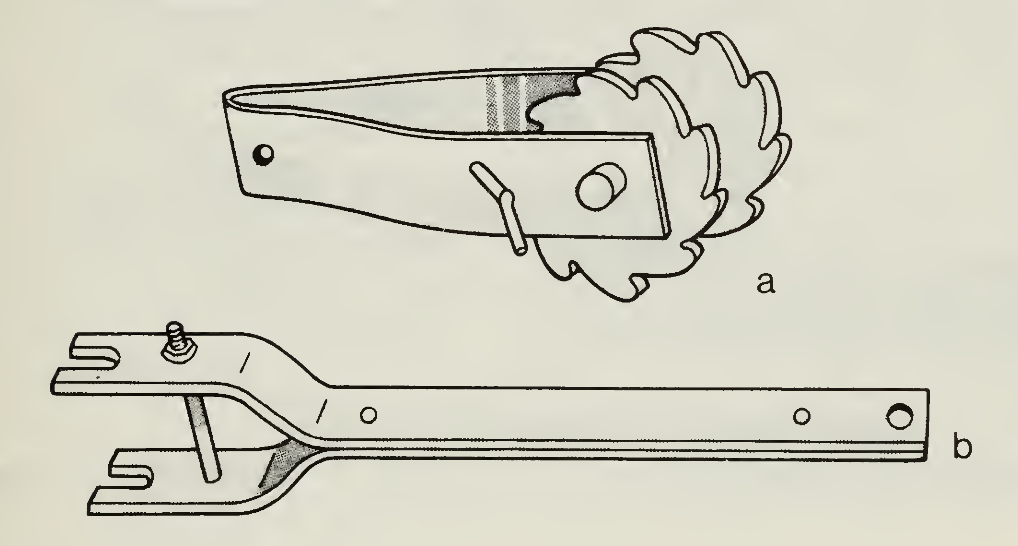
OUTILS

Tous les types de constructions nécessitent un assortiment d'outils conçus spécialement à cette fin. Rien n'est plus frustrant que de ne pas avoir l'outil requis ou que d'avoir un outil mal conçu, qui fonctionne mal. L'installation de clôtures à haute tension nécessite l'utilisation de certains outils courants et spéciaux.

Outils spéciaux

On trouvera à la figure 13 les outils spéciaux suivants :

a Plieurs de fils en métal fabriqués à la main pour travailler les fils à haute résistance. Une petite pince à étau fait aussi du bon travail.



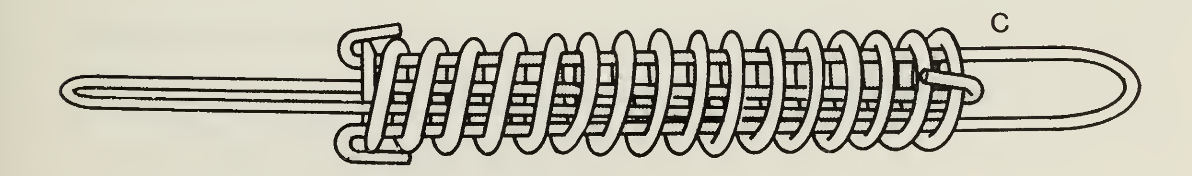


Fig. 12 Tendeur sur fil, poignée et ressort indicateur de tension sur fil.

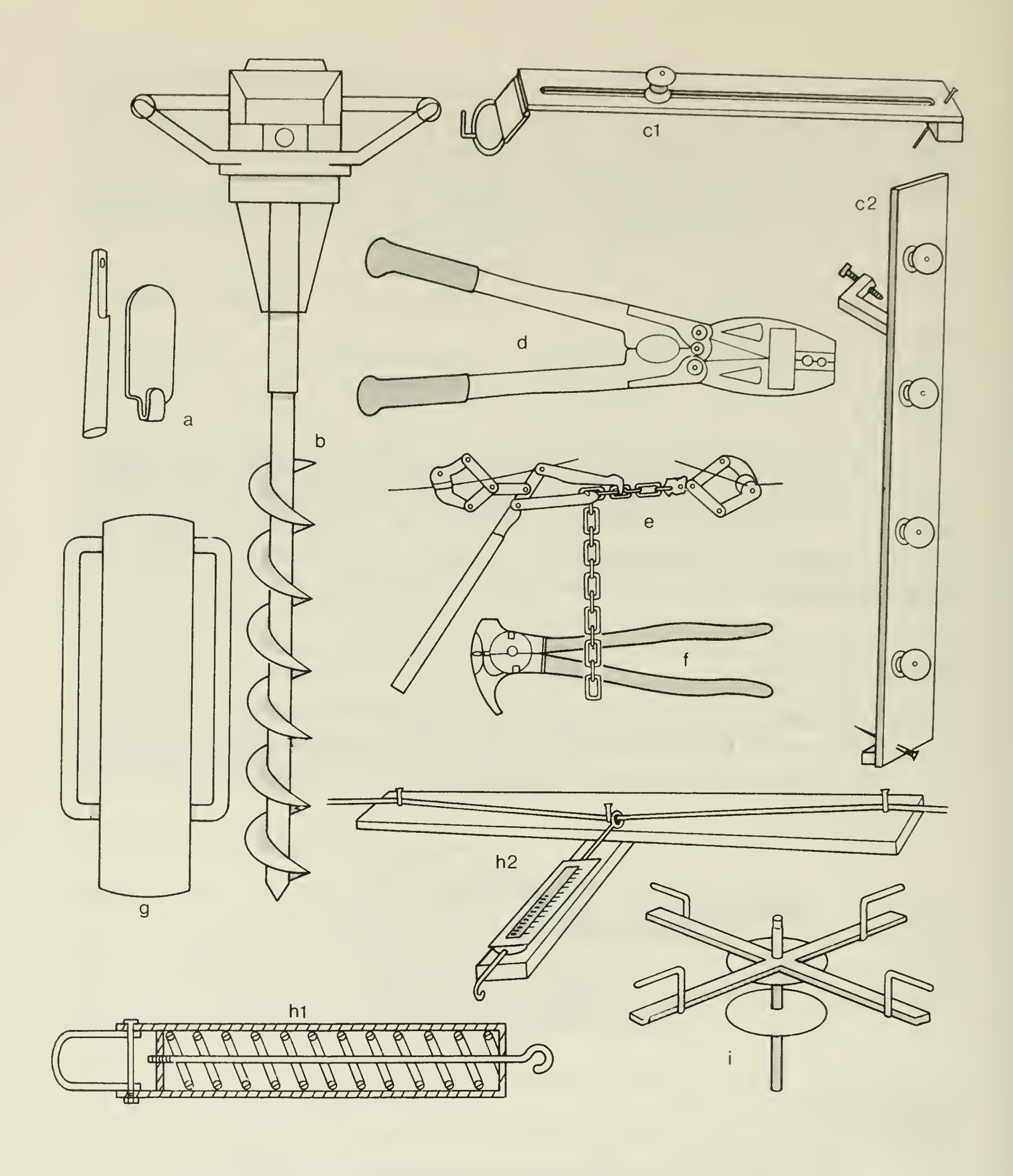


Fig. 13 Outils spéciaux pour clôtures.

b Tarière à poteaux.

c Porte-poulies. Ces dispositifs sont fabriqués à partir de contreplaqué de 13 mm et portent un ou plusieurs rouets d'aluminium réglables ou fixes servant à attacher provisoirement les fils aux poteaux intermédiaires. Ils servent à espacer les fils parallèlement au sol pendant qu'on tend une clôture. Dans le cas des clôtures de fils à haute résistance, des clous peuvent remplacer les rouets ou les fils peuvent être cramponnés au préalable puisqu'il n'y a pas de risque d'accrochage des pointes. Le nombre de ces dispositifs dépendra de la configuration du terrain.

d Pinces à manchonner pour sertir les manchons à compression. Ces pinces sont disponibles sur le marché, mais on peut aussi en fabriquer à partir d'un coupe-boulons de 450 mm ayant une ouverture de 8 mm. Percer dans le coupe-boulons un trou de 9,5 mm pour sertir des manchons ovales de 3,97 mm capables de recevoir du fil barbelé. Percer un trou de 6,35 mm pour sertir les manchons ovales de 2,38 mm capables de recevoir du fil à haute résistance lisse.

e Les tire-fils devraient avoir des mâchoires lisses pour éviter d'endommager la surface galvanisée lorsqu'on travaille avec du fil à haute résistance.

f Pince à clôtures.

g Enfonce-pieux à deux hommes.

h Tensiomètres.

L'élément h1 est constitué d'un ressort à compression installé à l'intérieur d'un tuyau. Un piston gradué de 8 mm ou de 9,5 mm est installé de manière à traverser le ressort de façon qu'une traction sur les deux extrémités comprime le ressort. Ce ressort se comprime bien de 15 mm pour chaque 45,4 kg de charge appliquée jusqu'à 272 kg. D'autres ressorts peuvent aussi bien fonctionner s'ils sont étalonnés.

L'élément h2 comporte une planche de 20 × 50 mm et de 107 cm de longueur. On enfonce deux clous en ligne droite et espacés de 102 cm aux extrémités de la planche. On plante un troisième clou exactement au milieu de la planche, à 13 mm au-dessous de l'axe qui joint les deux clous d'extrémité. On mesure la tension en tirant le fil de la clôture jusqu'à ce qu'il touche à peine le clou du milieu et on multiplie la lecture prise sur h1 par 20.

i Dévidoir de fil.

Outils courants

On trouvera les outils courants suivants à la figure 14.

a Tige de marquage encochée.

b Clé à molette de 25 cm.

c Perceuse électrique de 12,7 mm.

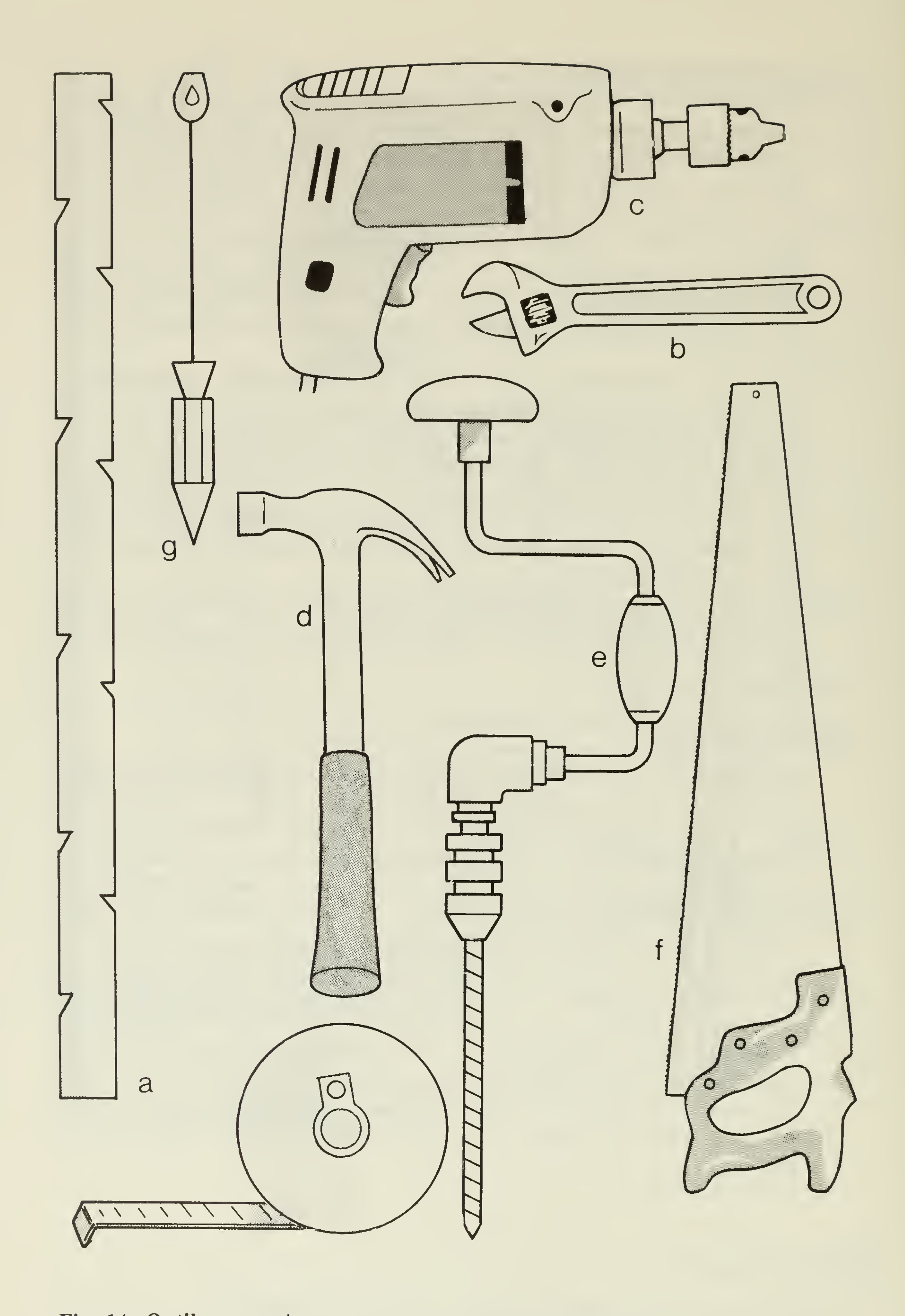


Fig. 14 Outils courants

d Marteau de menuisier.
e Vilebrequin avec mèche de 9,5 × 200 mm.
f Égoïne.
g Fil à plomb.
h Chaîne ou ruban de 18 m.

PLANIFICATION DE LA CLÔTURE

DÉLIMITATION

Que votre clôture suive les limites de propriété, c'est-à-dire la configuration du terrain ou qu'elle soit conçue pour faciliter les déplacements des bêtes dans votre pâturage, vous devez en définir les limites. Il est souvent avantageux de faire déterminer les limites de propriété par un arpenteur avant que les clôtures de pourtour soient construites. Par la suite, s'il est préférable de clôturer sur les contours du terrain pour faciliter les déplacements des bêtes, on peut faire une entente entre bons voisins. Quoiqu'il en soit, il faut se rappeler que la clôture pourrait bien être là plus longtemps que le voisin.

LOIS

Vérifier la réglementation locale pour s'assurer que la clôture que vous planifiez est conforme à toutes leurs exigences. Votre agronome régional devrait pouvoir vous fournir toute l'information à ce sujet.

DANGERS

Localiser les dangers et les éléments contraignants comme les marécages, les levées de terre, les zones d'inondation, les endroits où s'accumule beaucoup de neige, les routes, les voies ferrées, les mines, les zones récréatives, etc. Il peut être nécessaire de prévoir des clôtures particulières à ces endroits. Il faut toujours s'informer auprès des compagnies d'électricité, de téléphone, d'eau, de gaz naturel et auprès des municipalités pour localiser les canalisations et câbles souterrains ainsi que les servitudes qui peuvent exister.

TERRAIN

Examiner la topographie. La pose de clôtures en terrain accidenté et dans des courbes peut poser des problèmes particuliers nécessitant des techniques et matériaux de construction spéciaux. Il faut se rappeler que tous les fils de n'importe quelle clôture doivent être parallèles au sol, ce qui peut nécessiter du nivellement ou des assemblages de clôtures spéciaux.

SOLS

Analysez le sol. Les sols peuvent avoir une importance primordiale dans le choix des techniques et matériaux de construction des clôtures. Quoi qu'il en soit, en règle générale, que votre sol soit d'argile molle, moyenne ou ferme ou qu'il soit sablonneux, la meilleure méthode de pose des poteaux est l'enfoncement. Des essais ont démontré que la force nécessaire pour arracher un poteau enfoncé peut être jusqu'à dix fois supérieure à celle requise pour retirer du sol un poteau posé par creusage, remblayage et damage. L'enfoncement de poteaux dans des sols durs peut nécessiter le creusage préalable de petits trous pour y enfoncer les poteaux, mais le jeu en vaut la chandelle. D'autres situations peuvent nécessiter un tirant d'ancrage dans le fond du trou pour retenir le poteau en place (tableau 2).

FONCTION

Il faut considérer ce qu'on attend de la clôture. Par exemple, une clôture convenant parfaitement pour du bétail dans un grand pâturage libre peut être inefficace pour contenir des veaux ou d'autres jeunes animaux dans un clos de pâturage. En règle générale, les clôtures de périmètre ou de délimitation doivent être plus sûres et plus polyvalentes que les clôtures de subdivision. Les clôtures de périmètre doivent souvent contenir plusieurs sortes d'animaux, protéger les cultures ou tenir à distance les animaux sauvages. Vos plans et une bonne connaissance du comportement des animaux vous aideront à concevoir votre clôture.

EMPLACEMENT

Les clôtures devraient être conçues de façon à être plus que de simples cloisons de séparation. Elles devraient aussi être un outil de conduite des animaux en favorisant des déplacements plus efficaces du bétail, un accès plus facile à l'eau, une utilisation accrue du fourrage et des déplacements plus faciles des bêtes et de la machinerie agricole.

PRÉ-PLANIFICATION

Faites un plan de la disposition afin d'y inclure tous les éléments ayant un effet sur les matériaux nécessaires : les dimensions des clôtures, les coins, les angles aux changements de direction, l'emplacement et la largeur des barrières, les buttes et les fossés. À partir de ce plan, on peut déterminer la quantité de fil et le nombre de poteaux, de crampons, de fixations et d'autres articles de quincaillerie qui seront requis. De plus, cet exercice permet d'évaluer plus précisément les coûts du projet avant d'entreprendre les travaux.

SPÉCIFICATIONS

Les clôtures sous forte tension sont polyvalentes : il est pratiquement possible de les adapter à n'importe quel besoin ou ensemble de besoins. On peut les modifier facilement en enlevant ou en ajoutant des fils. Les clôtures à fil lisse peuvent aussi être électrifiées. De nombreuses clôtures sont surdimensionnées compte tenu de leur fonction. Bien que ces clôtures offrent une sécurité accrue, leurs coûts supérieurs en matériaux et en main-d'oeuvre peuvent annuler les avantages qu'elles procurent. Les barrières de clôtures de parcours et de pâturage sont faites, en général, de fils et sont attachées aux poteaux d'extrémité. Vous trouverez ci-dessous les spécifications pour plusieurs modèles de clôtures.

CLÔTURE À QUATRE FILS BARBELÉS

Ce type de clôture convient pour le bétail au pâturage, où le manque d'espace ne risque pas de pousser les veaux contre la clôture. Ces clôtures laissent les animaux sauvages circuler librement en se glissant au-dessous ou en sautant par-dessus. La clôture de 101 cm est utilisée aux endroits où des chevreuils passent souvent. Le bétail, et en particulier les taureaux, ont tendance à tenter de sauter les clôtures basses.

Hauteur du fil supérieur :	101 ou 116 cm
Espacement des fils du sol au sommet	
clôture de 116 cm :	38, 25, 25 et 28 cm
clôture de 101 cm :	38, 20, 20 et 23 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamèmtre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	200 cm × 76 mm
enfoncement :	76 cm
Espacement des poteaux :	18, 5 m
Espaceurs :	en tôle et à enclenchement ou en bois
Espacement des espaceurs :	3 m

Tension des fils :	Tendre le fil barbelé à 270 kg pour le redresser, puis le détendre et le fixer à 136 kg à 0 °C ou l'équivalent pour lui conférer de l'élasticité.

CLÔTURE DE GRAND PÂTURAGE À CINQ FILS

La clôture à cinq fils à haute résistance est une clôture de grand pâturage qui est en train de remplacer la clôture à quatre fils barbelés. C'est une clôture pour le bétail léger. La clôture à cinq fils barbelés est conçue pour du bétail qui exerce des pressions de moyennes à élevées.

Hauteur du fil supérieur :	114 cm
Espacement des fils du sol au sommet	
fil barbelé :	31, 20, 20, 20 et 23 cm
fil à haute résistance :	40, 18, 18, 18 et 20 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	240 cm × 76 mm
enfoncement :	76 cm
Espacement des poteaux :	jusqu'à 18,5 m
Espaceurs :	en tôle galvanisée et à enclenchement ou en bois
Espacement des espaceurs	
pression légère :	4,6m
pression moyenne à élevée :	3 m
Tension des fils	
fil barbelé :	Tendre le fil barbelé à 270 kg pour le redresser, puis le détendre et le fixer à 136 kg à 0 ° C ou l'équivalent pour lui conférer de l'élasticité.
fil à haute résistance :	Tendre le fil haute résistance à 136 kg à 0 °C ou l'équivalent.

CLÔTURE À BÉTAIL À SIX FILS À HAUTE RÉSISTANCE

Cette clôture remplace celle à quatre ou à cinq fils barbelés. Elle est conçue principalement pour le gros bétail qui exerce des pressions légères à moyennes.

Hauteur du fil supérieur :	116 cm
Espacement des fils du sol au sommet :	33, 15, 15, 15, 18 et 20 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre : (minimum)	200 cm × 76 mm
enfoncement :	76 cm
Espacement des poteaux :	jusqu'à 18,5 m
Espaceurs :	en tôle galvanisée et à enclenchement ou en bois
Espacement des espaceurs	
pression légère :	4,6 m
pression moyenne :	3 m
pression élevée :	1,5 m
Tension des fils :	136 kg à 0 °C ou l'équivalent

CLÔTURE À BÉTAIL À HUIT FILS À HAUTE RÉSISTANCE

Cette clôture peut contenir les animaux petits ou gros dans les grands pâturages et repousse certains animaux sauvages et les chiens.

Hauteur du fil supérieur :	117 cm
Espacement des fils du sol au sommet :	10, 13, 13, 13, 15, 15, 18 et 20 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	200 cm × 76 mm
enfoncement:	76 cm

Espacement des poteaux :	jusqu'à 18,5 m
Espaceurs :	en acier galvanisé et à enclenchement ou en bois
Espacement des espaceurs	
pression légère :	4,6 m
pression moyenne :	3 m
pression élevée :	1,5 m
Tension des fils :	136 kg à 0 °C ou l'équivalent

CLÔTURE À BÉTAIL À DIX FILS À HAUTE RÉSISTANCE

Cette clôture peut contenir la plupart des types d'animaux et repousser un grand nombre de petits animaux domestiques ou sauvages et peut être utilisée pour remplacer le fil tissé. Elle repousse en particulier les carnivores, surtout lorsque le deuxième, le quatrième et le dixième fils sont électrifiés.

Hauteur du fil supérieur :	118 cm
Espacement des fils du sol au sommet :	10, 10, 10, 10, 13, 13, 13, 13, 13 et 13 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	200 cm × 76 mm
enfoncement :	76 cm
Espacement des poteaux :	jusqu'à 18,5 m
Espaceurs :	en acier galvanisé et à enclenchement ou en bois
Espacement des espaceurs	
pression légère :	4,5 m
pression moyenne :	3 m
pression élevée :	1,5 m
Tension minimale des fils :	136 kg à 0 °C ou l'équivalent

Attention : Ne pas utiliser d'espaceurs métalliques sur les clôtures électrifiées.

CLÔTURE DE PARC D'ENGRAISSEMENT À BOVINS À DIX FILS À HAUTE RÉSISTANCE

Cette clôture diffère des autres modèles de clôtures à fil à haute résistance en raison des pressions accrues du bétail auxquelles elle est

exposée. Pour ce type de clôture, lorsque les animaux risquent de pousser des deux côtés de la clôture, on perce les poteaux pour y passer les fils ou on alterne les poteaux des deux côtés des fils. Les barrières sont en métal lourd ou en bois et font partie ou pas d'un assemblage d'ancrage.

Hauteur du fil supérieur :	133 cm
Espacement des fils du sol au sommet :	25, 10, 10, 10, 13, 13, 13, 13 et 13 cm
Poteaux de barrière	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	107 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	244 cm × 152 mm
enfoncement :	107 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	244 cm × 127 mm
enfoncement :	107 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	244 cm × 101
enfoncement :	107 cm
Espacement des poteaux :	3 m entre axes
Crampons :	45 mm, galvanisés, pointes biseautées (non requis si les poteaux sont percés).
Dispositifs de tension :	Un tendeur sur fil à chaque fil.
Épissures des fils :	Trois manchons à compression ou joints Wirelink.
Tension des fils :	136 kg à 0 °C ou l'équivalent

CLÔTURE À CHEVAUX À DOUZE FILS À HAUTE RÉSISTANCE

Cette clôture peut contenir les chevaux adultes et les poulains tout en gardant les petits animaux à l'écart. Les fils supérieur et inférieur peuvent être électrifiés pour ôter aux chevaux l'envie de piaffer ou de passer la tête au-dessus de la clôture. Dans le cas des clôtures élevées, il peut être nécessaire de planter des poteaux trop longs pour être battus avec un marteau-pilon hydraulique. Dans ces cas, on peut creuser un trou à la tarière, planter et remblayer le poteau manuellement jusqu'à une profondeur suffisante pour qu'il puisse être enfoncé au marteau-pilon. Le poteau peut alors être enfoncé à la profondeur désirée.

Hauteur du fil supérieur :	146 cm

Espacement des fils du sol au sommet :	10, 10, 10, 10, 13, 13, 13, 13, 13, 13, 13 et 15 cm.
Poteaux de barrière	
longueur et diamètre :	274 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'extrémité	
longueur et diamètre :	174 cm × 152 mm
enfoncement :	122 cm
Poteaux d'ancrage	
longueur et diamètre :	274 cm × 127 mm
enfoncement :	122 cm
Traverses supérieures	
longueur et diamètre :	274 cm × 101 mm
Poteaux intermédiaires	
longueur et diamètre :	244 cm × 101 mm
enfoncement :	91 cm
Espacement des poteaux :	4,3 m entre axes
Crampons :	45 mm, galvanisés, pointes bisautées
Épissures des fils :	Trois manchons à compression ou joints Wirelink.
Tension des fils :	136 kg à 0 °C ou l'équivalent

IMPLANTATION

TERRAIN PLAT

Planter des tiges ou piquets d'arpentage aux extrémités de la section de clôture et placer des jalons à quelques centimètres au-delà des deux extrémités prévues de la clôture. Placer un ou plusieurs jalons intermédiaires et aligner les jalons en regardant au-dessus du jalon de départ jusqu'au jalon d'extrémité (fig. 15).

TERRAIN ACCIDENTÉ

Lorsque des buttes ou fossés sont dans la ligne de visée, il faut avoir recours à des techniques spéciales. Dans le cas d'une butte, placer deux jalons espacés d'environ trois mètres au sommet de la butte de façon qu'ils soient tous deux visibles des deux extrémités de la clôture (fig. 16). À la traversée d'un creux de terrain, placer deux jalons et les aligner en les mirant à partir du point le plus élevé des deux côtés du creux (fig. 17).

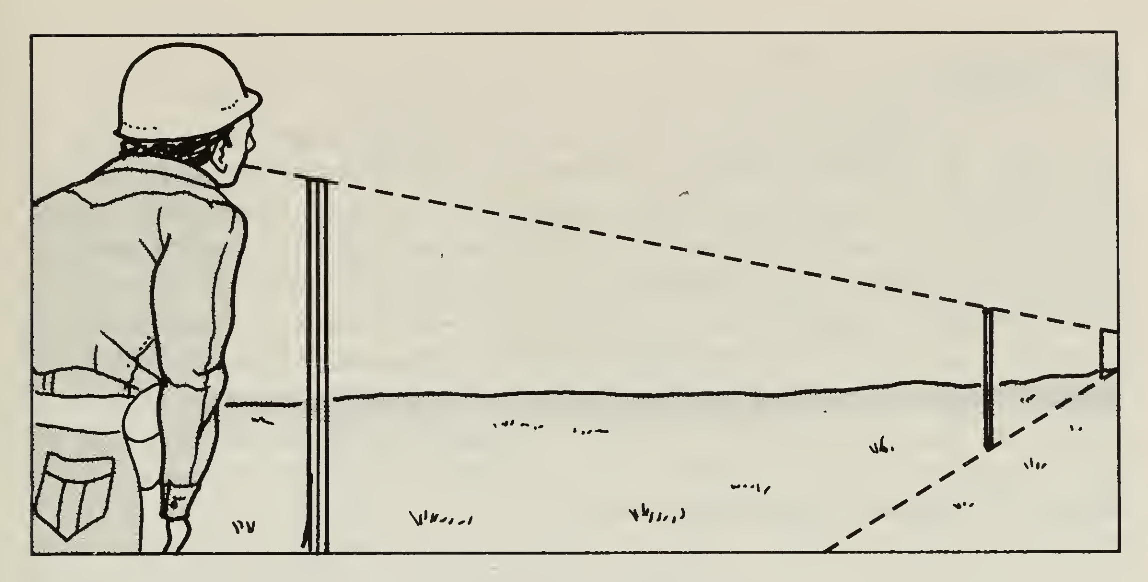


Fig. 15 **Alignement d'une clôture sur un terrain plat.**

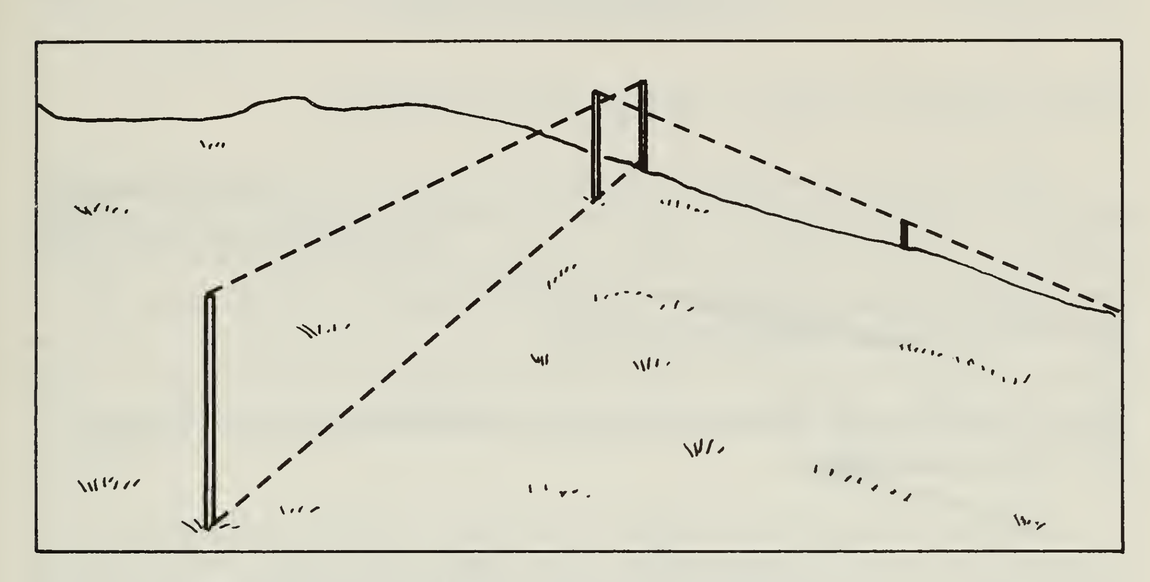


Fig. 16 **Alignement d'une clôture au-dessus d'une butte.**

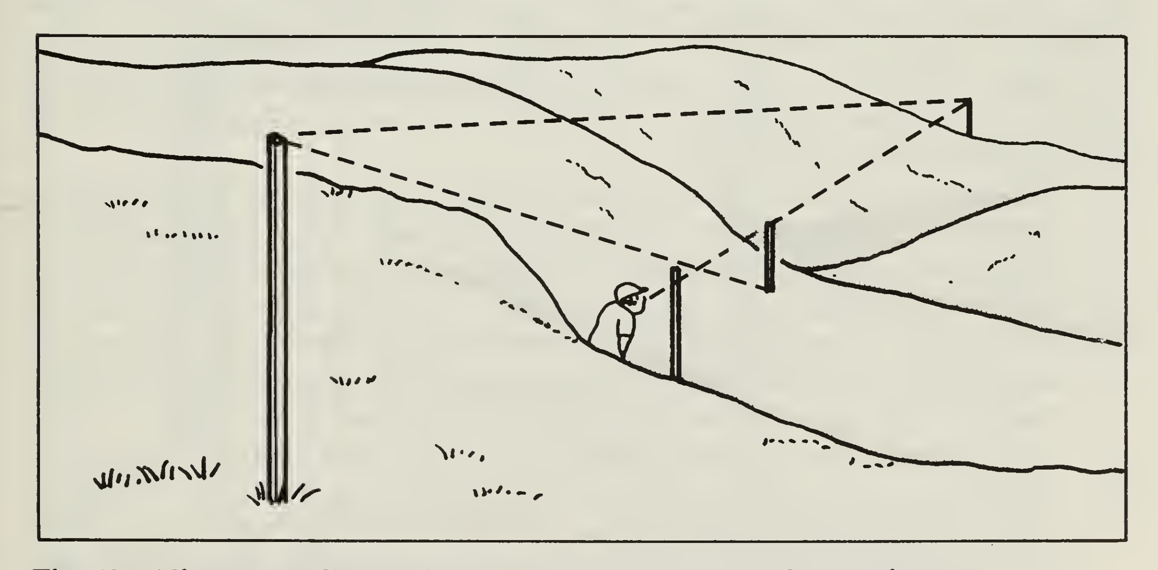


Fig. 17 **Alignement d'une clôture traversant un creux de terrain.**

COURBES

Il est possible de faire passer des fils sous forte traction le long de courbes et de coins sans construire d'assemblages d'ancrage. Toutefois, il faut prendre des précautions particulières. L'emplacement exact des poteaux doit être mesuré et il faudra souvent des poteaux de plus gros diamètre. Les poteaux doivent être enfoncés plus profondément et avec une inclinaison de 10 cm vers l'extérieur de la courbe au sommet pour permettre leur mouvement lorsque les fils seront tendus. Dans les courbes raides, l'espacement des poteaux sera réduit et tous les fils devront être cramponnés du côté extérieur de tous les poteaux de la courbe. Voir la section «Construction» pour des directives sur le contour des coins.

CONSTRUCTION

DÉGAGEMENT DE LA LIGNE DE CLÔTURE

Enlever tous les obstacles qui peuvent nuire à la construction de la clôture, y compris les buissons et les herbes hautes. Si possible, niveler la ligne de clôture. Ces mesures réduiront considérablement les problèmes de construction et permettront de réaliser une clôture plus droite et plus facile à entretenir.

MISE EN PLACE DES POTEAUX D'EXTRÉMITÉ, D'ANGLE ET DE BARRIÈRE

Chaque section d'une clôture sous forte traction commence et se termine à un poteau d'extrémité, à un poteau d'ancrage ou à un poteau de barrière. Par conséquent, l'emplacement et la mise en place de ces poteaux sont les facteurs les plus importants pour l'avenir de votre clôture. Ils constituent les ancrages de la clôture et sont les principaux éléments des ensembles de contreventement qui doivent résister à la tension des fils. La marche à suivre pour la mise en place de ces poteaux est la suivante :

1. Choisir un poteau droit de 244 cm de longueur et de diamètre approprié. Marquer l'emplacement exact où il doit être installé et creuser à la tarière un trou de guidage de 90 cm de profondeur et de plus petit diamètre que le poteau. (Le trou doit être creusé de façon que le sommet du poteau soit incliné d'environ 50 mm par rapport à la verticale dans le sens opposé à la direction de traction des fils (fig. 18)). Dans certains sols, les poteaux peuvent être enfoncés sans qu'il soit nécessaire de prévoir des trous de guidage.
2. Enfoncer le poteau jusqu'à une profondeur de 122 cm. Certains sols sont particulièrement mous (comme les marécages); dans ces cas, les poteaux sont souvent maintenus par des tirants d'ancrage (fig. 19). Ceux-ci peuvent être fabriqués à partir d'une courte pièce

(30 cm) de poteau traité de 10 × 10 cm. Scier une extrémité de cette pièce à un angle de 45 ° et y fixer solidement un câble (fait de fils tordus ensemble) à environ 10 cm de l'extrémité biseautée. Agrandir d'un côté le fond du trou creusé, coincer le tirant à l'intérieur et le tirer fermement de manière à le positionner parallèlement à la surface du sol. Enfoncer le poteau au-delà du tirant et enrouler le câble autour du poteau dans la même direction que tout mouvement de rotation qui pourrait être imprimé au poteau par les fils de la clôture.

3. Répéter les opérations 1 et 2 jusqu'à ce que tous les poteaux d'extrémité soient enfoncés.

Il peut être nécessaire de planter des poteaux qui sont trop longs pour passer sous le bélier d'un marteau-pilon. Dans ce cas, on creuse un trou à la tarière, on installe le poteau et on le remblaye, puis à l'aide de l'enfonce-pieux, on l'enfonce jusqu'à la profondeur recommandée.

POSE DU FIL-GUIDE

Pour avoir une clôture bien droite et dont tous les fils sont parallèles à la surface du sol, il faut que le fil-guide soit bien posé. La façon de poser le fil est différente selon que la ligne de clôture traverse un terrain plat ou accidenté, ou encore si elle doit effectuer des courbes.

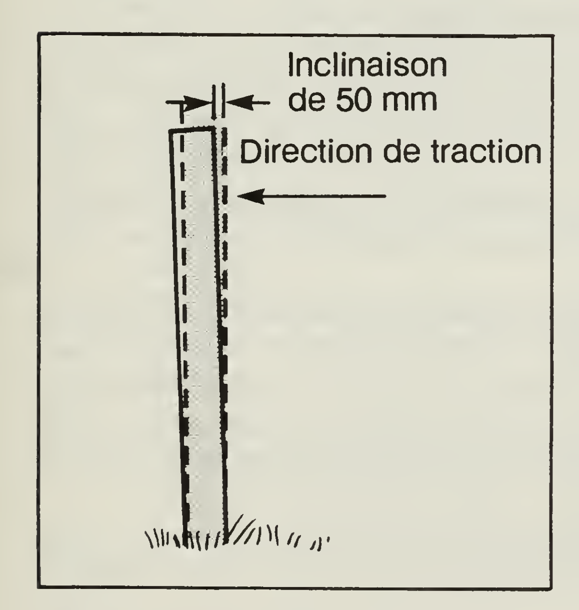


Fig. 18 Position appropriée des poteaux d'extrémité.

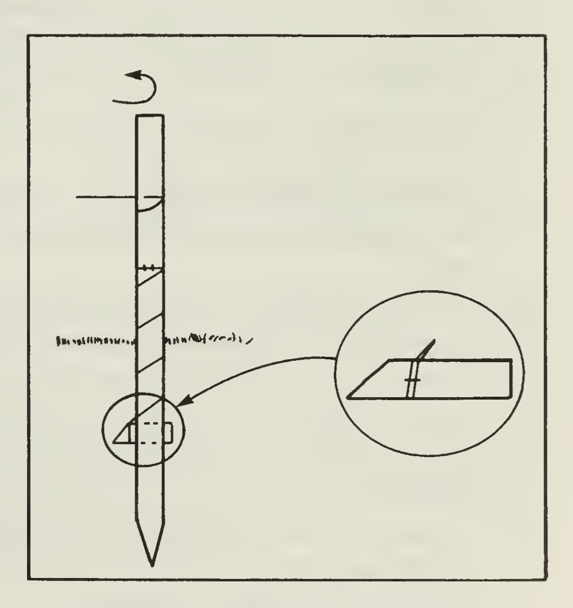


Fig. 19 Tirant d'ancrage pour empêcher la rotation excessive d'un poteau d'extrémité.

Terrain plat

1. Ancrer le dévidoir de fil (fig. 14) ou attacher l'extrémité libre du fil au poteau d'extrémité à la hauteur désirée du fil inférieur. Si le fil est attaché, on utilise un dévidoir portatif pour laisser débobiner le fil.
2. Utiliser le dévidoir pour éviter de plier le fil et débobiner le fil en ligne droite jusqu'au poteau de l'extrémité éloignée. Maintenir une tension suffisante pour éviter que le fil lâche forme des boucles ou des boudins.
3. Faire dépasser le fil d'environ 90 cm au-delà du poteau d'extrémité, attacher un tire-fils à l'extrémité libre du fil et tirer ce dernier jusqu'à ce qu'il soit serré (tension d'environ 45 kg).
   Remarque — Il est recommandé que les tire-fils aient des mâchoires lisses pour éviter d'endommager la surface galvanisée du fil.
4. S'assurer que le fil est droit entre les poteaux. Pour ce faire, fouetter le fil vers le haut et vers le bas ou augmenter la tension.
5. Enrouler le fil autour du poteau en commençant du côté où seront les animaux, tortiller le fil sur lui-même à la hauteur pré-marquée du fil inférieur. Attacher provisoirement au poteau d'extrémité avec un noeud, un manchon à compression ou un joint Wirevise. (voir la section «Fixation aux poteaux d'extrémité».)

Terrain accidenté

1. Aligner le fil-guide soit en utilisant des jalons, soit en enfonçant les poteaux permanents au sommet des buttes. Dans le deuxième cas, il faut porter un soin particulier à l'emplacement des poteaux (en utilisant des jalons) et à leur diamètre, compte tenu de leur fonction en tant que partie intégrante de la clôture.
2. Dérouler le fil du côté de la clôture où se trouveront les animaux. Attacher un tire-fils au fil et tendre à 45 kg. Si des poteaux permanents ont été enfoncés, des porte-poulies (fig. 13c) peuvent être utilisés pour guider le fil. Si l'on utilise les jalons, une attention particulière doit être apportée aux accidents de terrain. Aux points hauts, le fil reposera sur le sol, mais il surplombera les creux.
3. Si le fil repose sur le sol, il faut le soulever et le fouetter de haut en bas pour le redresser et pour qu'il touche les jalons. Marquer les endroits où des poteaux de butte doivent être enfoncés.
   Remarque — Lors de l'enfoncement des poteaux, s'assurer qu'ils sont à 13 mm du fil-guide, ce qui maintient l'alignement de la clôture.
4. Enfoncer les poteaux de montée, fixer des porte-poulies ou cramponner le fil lisse à la hauteur désirée du fil inférieur. (voir la section «Cramponnage»).

5. Près des jalons dans les fossés, marquer l'emplacement des poteaux de fossé. Pour ce faire, utiliser un fil à plomb (fig. 20), si le fil-guide peut être atteint, ou faites-le à l'oeil en vous servant des jalons (fig. 17).
6. Enfoncer un poteau de 244 cm jusqu'à une profondeur de 122 cm à l'emplacement de chaque poteau de fossé.
7. Réduire suffisamment la tension sur le fil-guide pour pouvoir le tirer vers le bas jusqu'à la hauteur du fil inférieur sur les poteaux de fossé. On peut utiliser des porte-poulies ou cramponner le fil lisse pour guider le fil. Retendre le fil à 45 kg. *Remarque* — Une autre solution pour clôturer les fossés importants consiste à laisser la clôture de ligne surplomber le fossé de façon permanente (fig. 21). Cette méthode ne nécessite pas de descendre le fil-guide dans le fossé comme décrit précédemment pas plus qu'elle ne requiert de poteaux de fossé plus longs. Une courte section de clôture traversant le fossé est fixée aux poteaux intermédiaires de la clôture, mais n'est pas tendue à 136 kg.

Courbes

Les poteaux intermédiaires dans les courbes devraient être posés avant d'étendre le fil-guide et en respectant les techniques suivantes :

Faible courbe à un seul poteau Pour un changement de direction de moins de 20 ° (fig. 22), procéder de la façon suivante :
1. Placer deux courts piquets (A et B) sur la ligne de clôture au début et à la fin de la courbe.
2. Tendre un fil entre les deux piquets A et B.
3. Marquer le point médian (C') et mesurer sa distance perpendiculaire par rapport à la ligne de la clôture (C) si elle avait continué en ligne droite à partir du piquet A.
4. a) Si la distance mesurée à l'étape 3 est inférieure à 61 cm, enfoncer un poteau de 244 cm × 100 mm à 122 mm de profondeur au point (C) d'intersection avec la ligne de clôture initiale.
   b) Si la distance mesurée à l'étape 3 se situe entre 61 et 122 cm, enfoncer un poteau de 244 cm × 127 mm au point d'intersection C.
   c) Si la distance mesurée à l'étape 3 est de 122 cm à 178 cm, enfoncer un poteau de 244 cm × 152 mm au point d'intersection C.
   Remarque — Le poteau doit être enfoncé de façon que son sommet soit incliné de 10 cm par rapport à la verticale vers l'extérieur de la courbe. Pour les clôtures à moins de sept fils, le diamètre des poteaux peut être réduit de 25 mm.

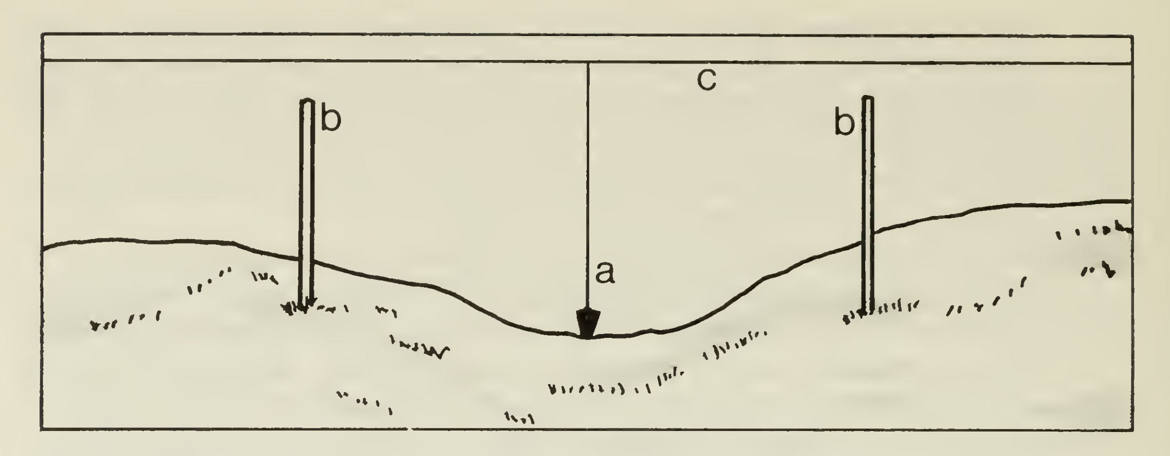


Fig. 20 Utilisation d'un fil à plomb pour localiser les poteaux dans un fossé.

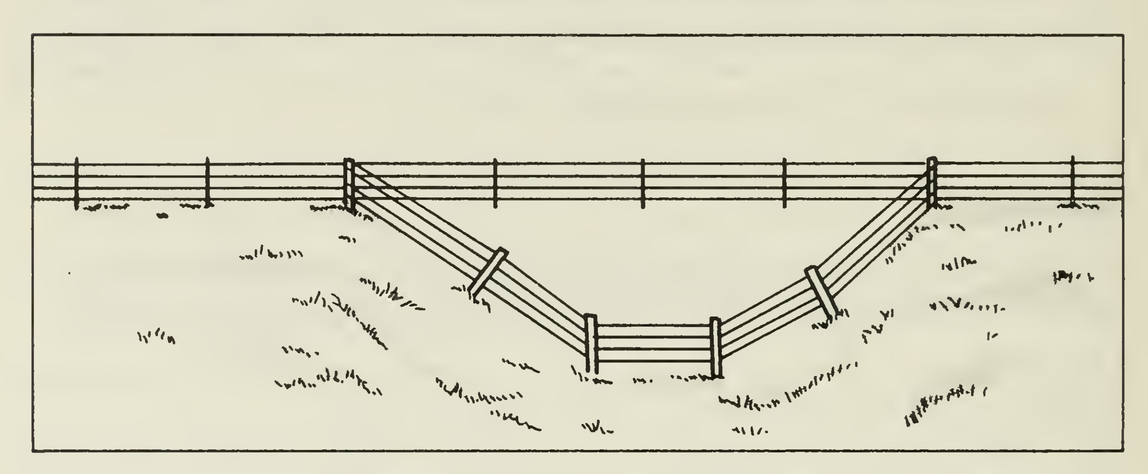


Fig. 21 Traversée d'un fossé étroit avec une clôture sous forte traction.

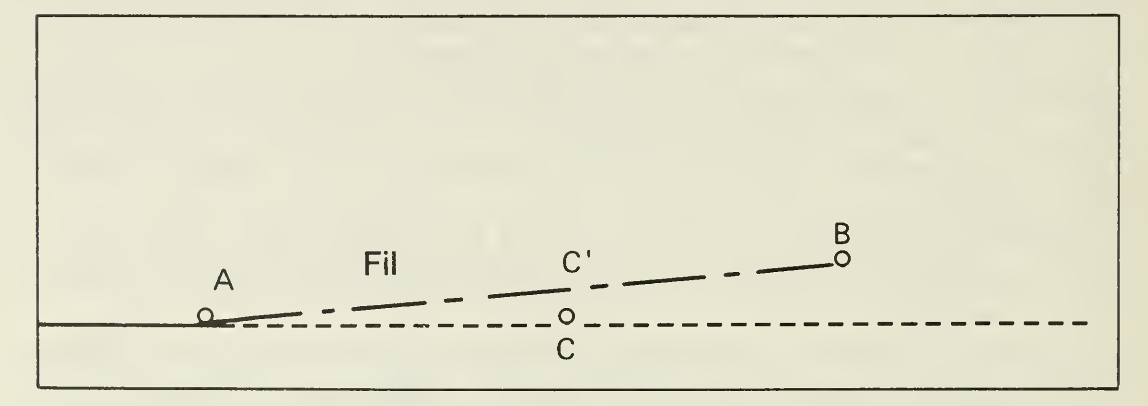


Fig. 22 Contour d'une courbe faible à un seul poteau.

Contour d'une longue courbe graduelle La méthode utilisée est la continuation de la technique pour une courbe faible à un seul poteau. La position de chaque poteau est déterminée par rapport au poteau de courbe enfoncé précédemment à une inclinaison de 10 cm par rapport à la verticale pour permettre un mouvement lorsque les fils seront tendus. Les poteaux seront aux points A, C, B, D, et comme il a été déjà indiqué.

Contour d'un angle ou d'une courbe brusque Le clôturage du contour d'un angle brusque est semblable au clôturage d'un coin faible ou d'une courbe sauf que tous les poteaux sont de 244 cm × 152 mm et qu'ils sont inclinés au sommet de 101 mm vers l'extérieur (fig. 24). L'espacement des poteaux est réduit pour le rayon de la courbe. Toutefois, les poteaux ne doivent pas être espacés de moins de 122 cm afin de maintenir la stabilité du sol.
Remarque — Porter une attention particulière lors de la mise en tension du fil dans les courbes pour s'assurer que le fil (en particulier le fil barbelé) ne s'accroche pas aux poteaux.

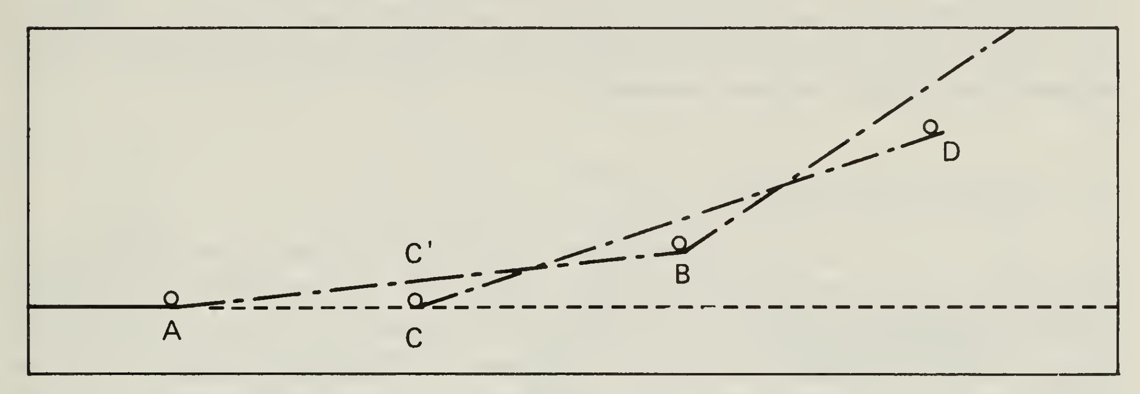


Fig. 23 Contour d'une longue courbe graduelle.

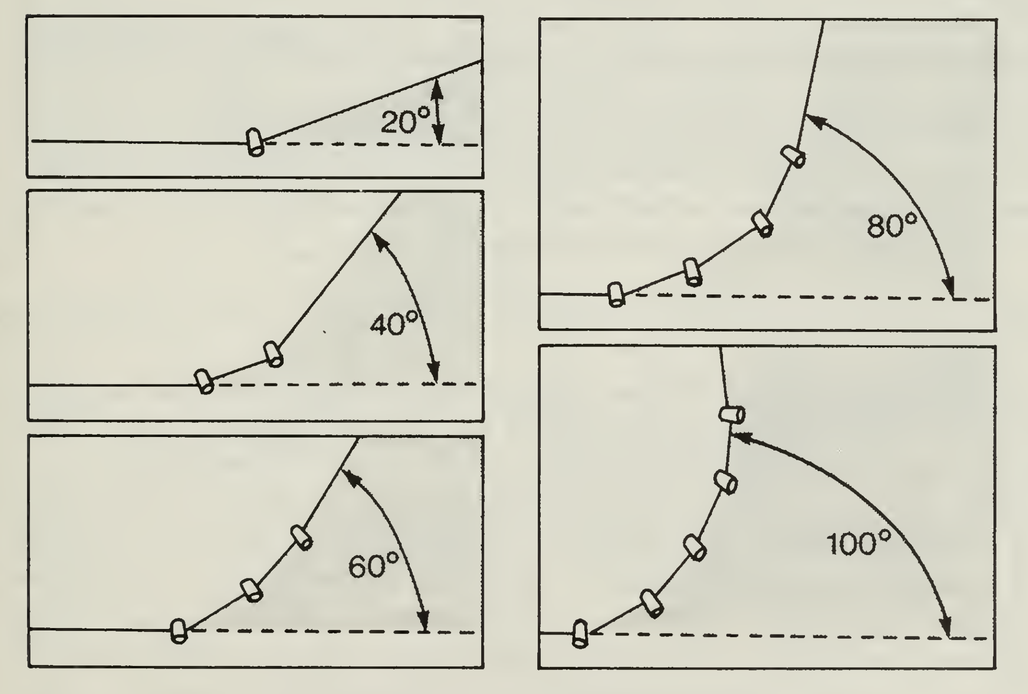


Fig. 24 Contour d'un angle ou d'une courbe brusque.

ASSEMBLAGES D'ANCRAGE

Des assemblages d'ancrage doivent être construits aux angles, aux extrémités de clôture, aux barrières et sur la ligne de clôture, aux endroits où la pente du terrain change considérablement. En règle générale, les assemblages d'ancrage ne devraient pas être espacés de plus 400 m. Tous les poteaux des assemblages d'ancrage devraient être d'au moins 244 cm × 123 mm et enfoncés d'au moins 122 cm. Tous les fils diagonaux incorporés aux assemblages d'ancrage devraient être au moins de calibre 12 1/2 et tordus ensemble à deux ou à trois pour éviter leur rupture. Tous les joints doivent être exécutés avec soin à l'aide de chevilles ou de clous. Les chevilles doivent être anticorrosion et les clous, au moins 89 mm plus longs que le diamètre des poteaux. Les fils de ligne sont serrés et fixés solidement au poteau d'extrémité de l'assemblage d'ancrage de façon que la traction s'exerce sur tout l'assemblage; puis ils sont fixés solidement au premier et au second poteau de contreventement.

Construction de base

Les techniques de construction illustrées ci-dessous permettent de fabriquer des assemblages de type 3 (fig. 3). Parce qu'ils requièrent moins de précision, ces assemblages sont les plus faciles à construire et assez résistants pour toutes les clôtures de 12 fils et moins décrites dans cette publication. Cependant, des assemblages à double empattement devraient être utilisés pour les clôtures de 7 fils et plus, et pour les assemblages de coin. On devrait aussi avoir recours à des assemblages à double empattement dans les cas où des poteaux plus petits sont utilisés, et dans les cas où les poteaux ne sont pas enfoncés jusqu'à 122 cm ou sont enfoncés dans des sols mous ou marécageux. Les figures 25 à 33 illustrent différents types d'assemblages d'ancrage. *Remarque* — Les assemblages d'ancrage intérieurs, comme illustrés aux figures 30 à 32, sont exposés aux animaux qui viennent s'y gratter dans les zones où le bétail exerce des pressions de moyennes à élevées. On ne peut empêcher le frottement et cet élément doit être considéré dans la construction de ces assemblages.

Méthode de construction

Une fois les poteaux d'extrémité, de butte, de coin et de barrière enfoncés et le fil-guide tendu, suivre les directives suivantes pour construire un assemblage de type 3.

1. Poser une traverse supérieure de 244 cm x 101 mm sur le sol parallèlement au fil-guide et l'appuyer contre le poteau d'extrémité pour déterminer l'endroit où enfoncer le premier poteau d'ancrage. Tout en maintenant le fil-guide à l'écart, enfoncer le poteau à 122 cm de profondeur avec une inclinaison de 2,5 cm à l'opposé de la direction de traction des fils de ligne.

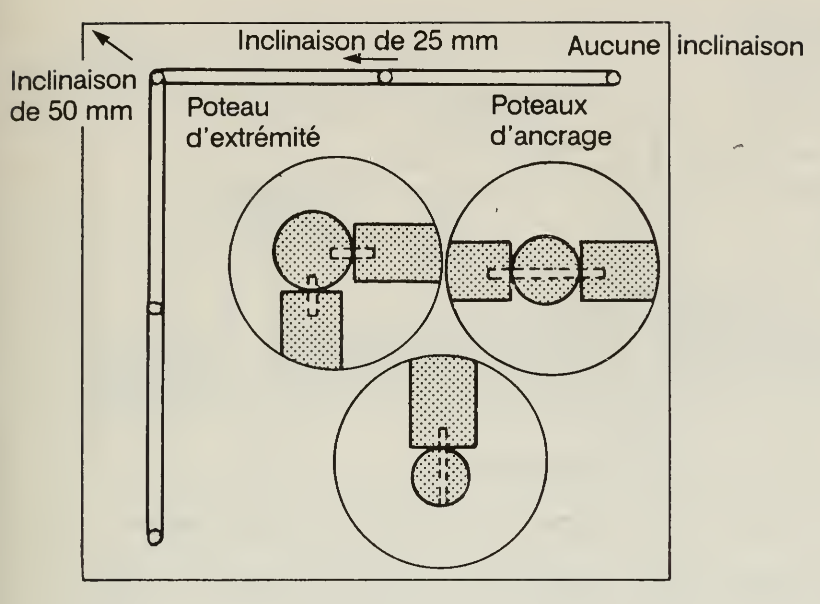


Fig. 25 Assemblage d'ancrage de coin montrant le détail des joints avec chevilles.

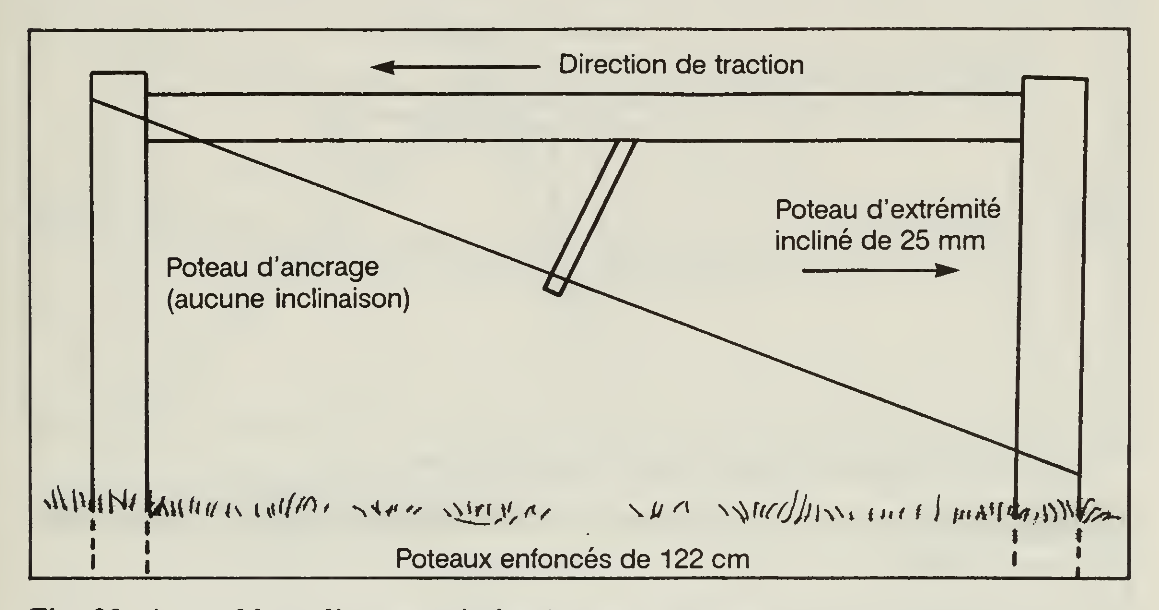


Fig. 26 Assemblage d'ancrage à simple empattement.

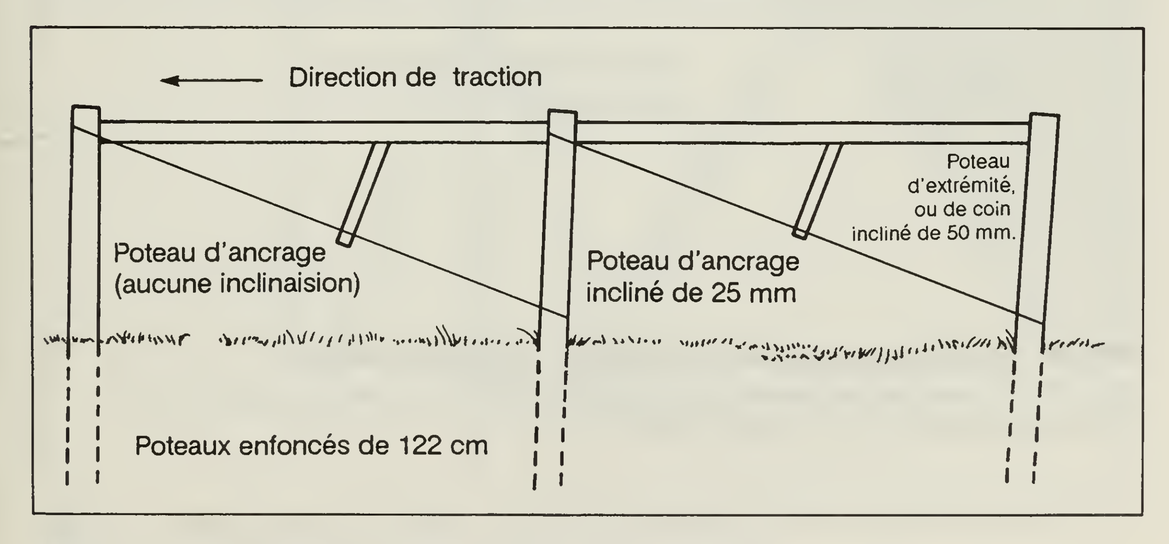


Fig. 27 Assemblage d'ancrage à double empattement.

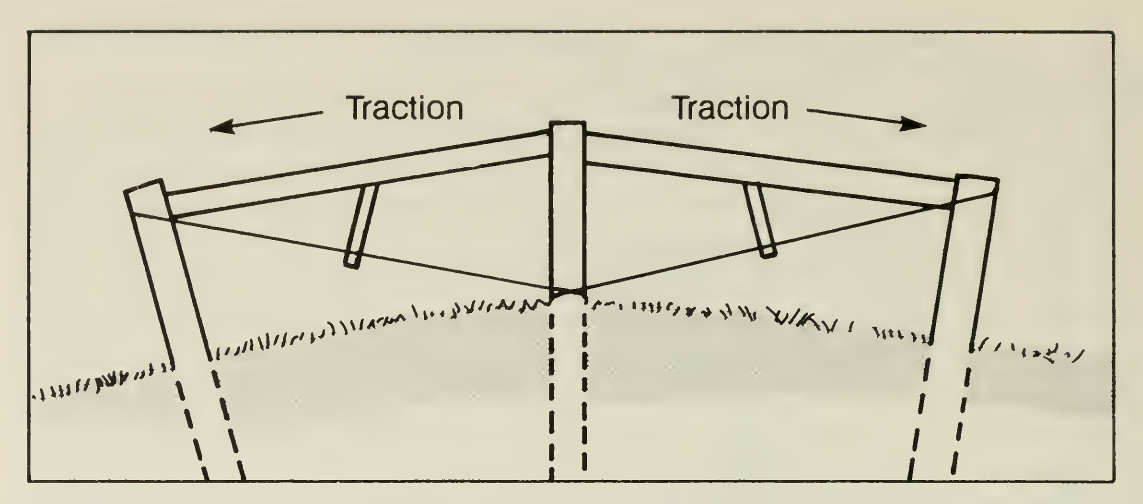


Fig. 28 Assemblage d'ancrage à double empattement pour poteaux de butte.

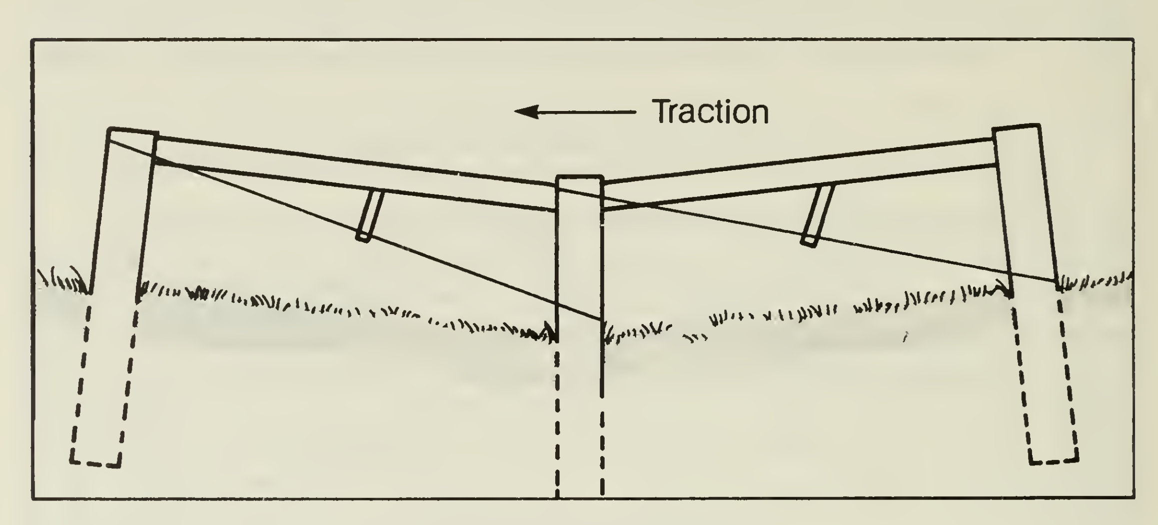


Fig. 29 Assemblage de creux à double empattement.

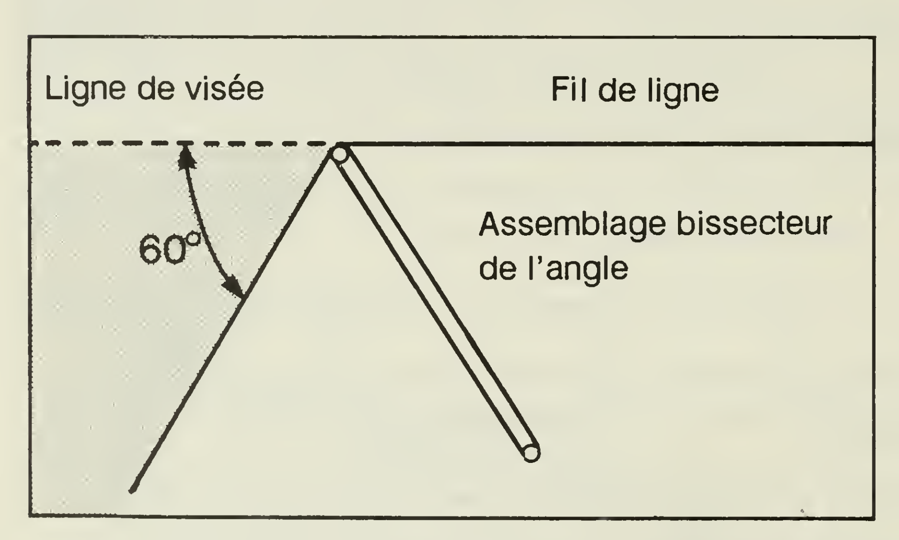


Fig. 30 Assemblage d'ancrage d'angle intermédiaire pour changement de direction supérieur à 20 °, mais inférieur à 60 °.

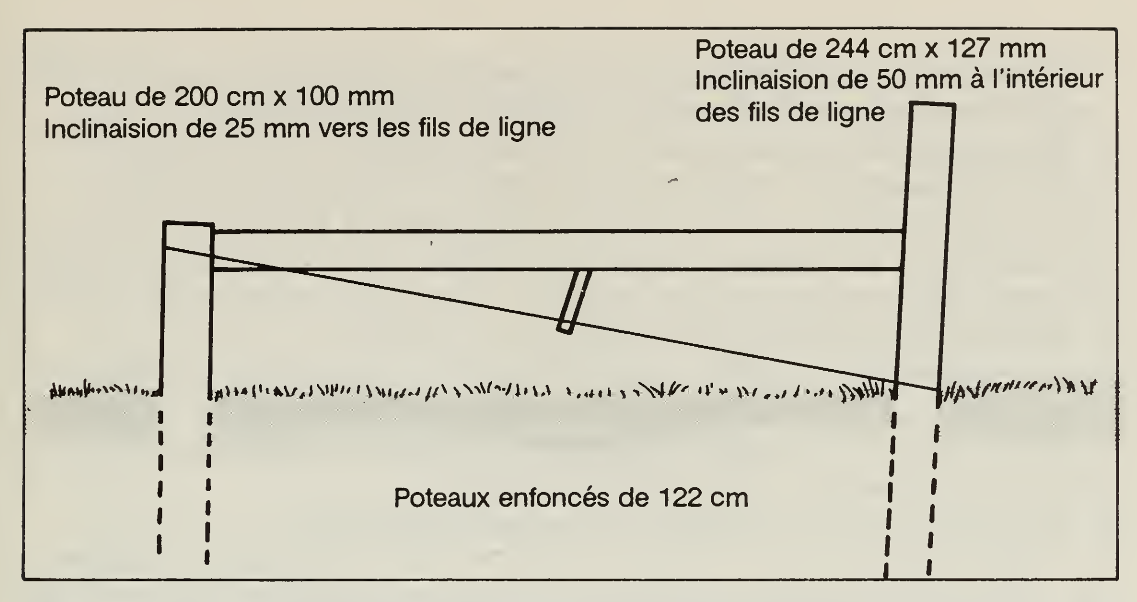


Fig. 31 Construction d'un assemblage d'ancrage d'angle intermédiaire (fig. 30).

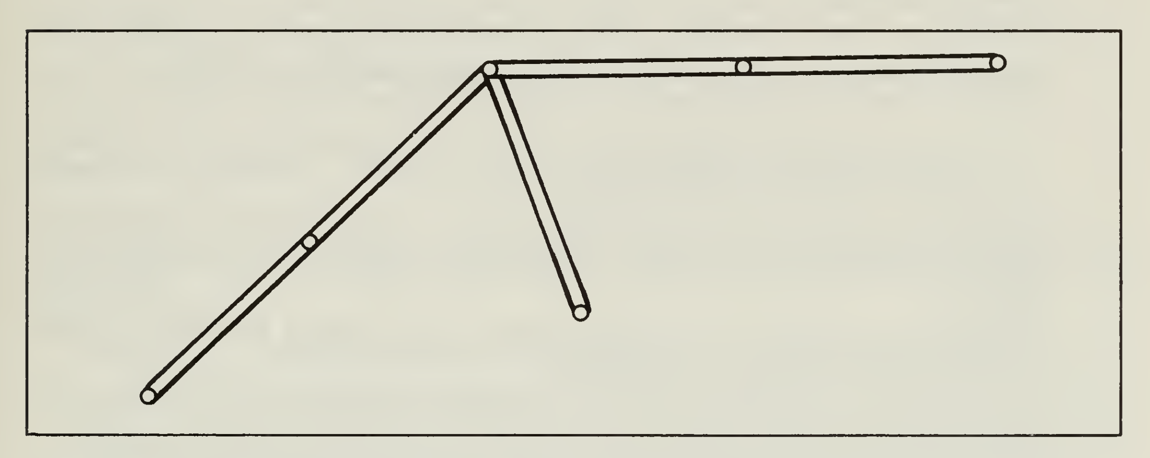


Fig. 32 Assemblage d'ancrage à double empattement pour angles obtus dans des sols mous ou marécageux.

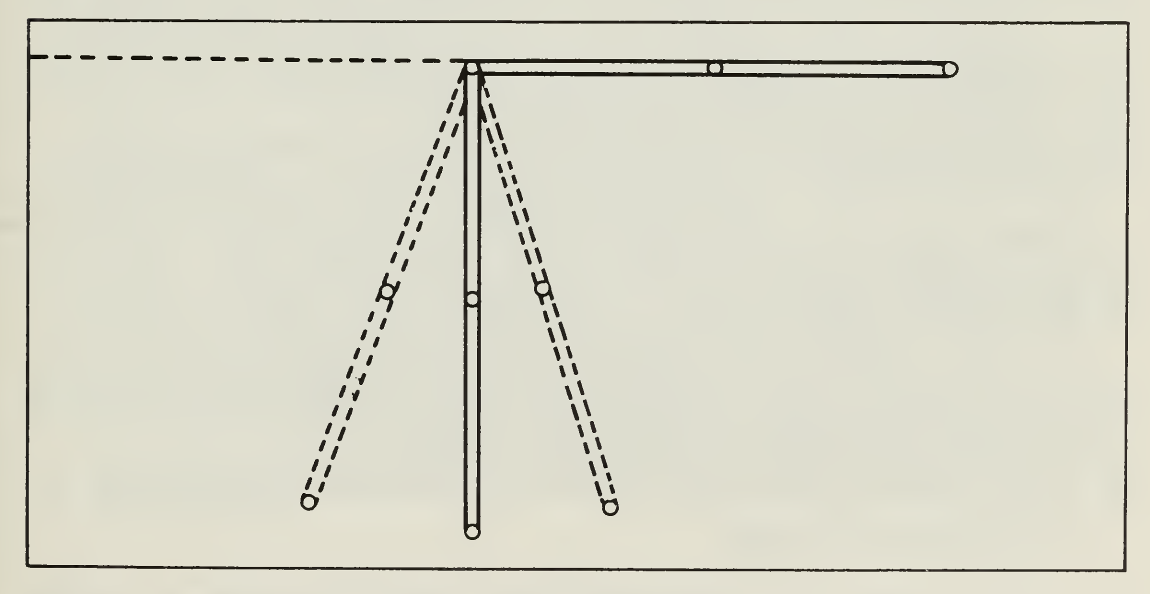


Fig. 33 Assemblage d'ancrage à double empattement pour angles supérieurs à 60°.

Remarque 1 — Tous les poteaux peuvent nécessiter le pré-forage d'un trou de 7 cm de diamètre et de 90 cm de profondeur.
Remarque 2 — Laisser un chevauchement de 25 mm pour l'équarrissage des poteaux d'ancrage si des clous sont utilisés.

2. En maintenant encore une fois le fil-guide à l'écart, mesurer à l'aide de la seconde traverse horizontale et enfoncer le second poteau d'ancrage sans inclinaison. Lorsqu'on laisse aller le fil-guide, il devrait tout juste toucher aux poteaux.
3. Si le clouage est utilisé, équarrir le haut des poteaux en enlevant au plus 13 mm de bois sur la face intérieure des poteaux d'extrémité et d'ancrage; clouer ensuite à travers chaque poteau et dans les bouts de la traverse horizontale.
4. Avec des chevilles, procéder de la façon suivante :
   - Mesurer 118 cm de hauteur à partir du sol sur la face du poteau d'extrémité située du côté de la traverse et percer à cet endroit un trou de 9,5 mm et de 51 mm de profondeur, parallèlement aux fils de ligne.
   - Enfoncer une cheville d'acier galvanisé de 9,5 × 100 mm jusqu'à 50 mm de profondeur dans le poteau d'extrémité.
   - Mesurer 118 cm de hauteur sur le premier poteau d'ancrage et percer un trou de 9,5 mm traversant le poteau de part en part parallèlement aux fils de ligne.
   - Enfoncer une cheville d'acier de 9,5 × 230 mm à travers le poteau jusqu'à ce que son extrémité affleure la surface du poteau.
   - Marquer et percer le second poteau d'ancrage et y enfoncer une cheville comme pour le premier.
   - Percer un trou de 9,5 mm de diamètre et de 51 mm de profondeur au centre des deux bouts des traverses horizontales.
   - Soulever la première traverse horizontale et la positionner sur la cheville faisant saillie sur le poteau d'extrémité; aligner la traverse avec la cheville du premier poteau d'ancrage et enfoncer cette cheville de 51 mm dans la première traverse supérieure, laissant 51 mm de la cheville faire saillie pour recevoir la seconde traverse supérieure.
5. Couper une longueur de 12,1 m de fil à clôture au moins de calibre 12 1/2 et former une boucle de 15 cm à une de ses extrémités. Fixer cette boucle avec des crampons ou l'accrocher sur le dessus de la cheville faisant saillie sur le poteau d'ancrage. Tout en maintenant manuellement la tension sur le fil, passer ce dernier en diagonale et le faire tourner autour du poteau d'extrémité sous un crampon à l'horizontale, puis revenir au-dessus de la cheville ou du crampon sur le poteau d'ancrage. Effectuer deux tours complets, bien serrés et de la même manière.
6. Tirer pour éliminer autant de mou que possible et cramponner le fil au poteau d'ancrage.

7. En faisant face aux fils diagonaux, du côté opposé à celui où seront les animaux, insérer un bâton de tension traité de 38 mm x 50 mm × 60 cm sur environ 50 cm entre les quatre fils diagonaux, perpendiculairement aux fils, de façon que l'extrémité du bâton repose contre la traverse horizontale.
8. Tout en maintenant cette longueur, incliner le bâton vers le poteau de façon qu'il n'accroche pas dans la traverse supérieure et tirer le bâton vers soi pour tordre les fils ensemble. Faire six ou huit tours complets et arrêter lorsque le bâton est orienté vers le haut. Incliner le bâton vers l'arrière de façon qu'il repose contre la traverse supérieure et ne puisse se dérouler.
9. Couper un bout de fil et le cramponner au-dessus de l'extrémité du bâton de tension sur la traverse supérieure pour maintenir le bâton en place.
10. Plier les crampons-guides horizontaux par-dessus le fil au bas des poteaux d'extrémité d'ancrage pour maintenir le fil.
11. Installer la seconde traverse supérieure de la même façon que la première.
12. Installer les fils diagonaux de la même façon que les premiers.

ENFONCEMENT DES POTEAUX INTERMÉDIAIRES

Après avoir installé les poteaux d'extrémité et tendu le fil-guide, procéder de la façon suivante pour enfoncer les poteaux intermédiaires.

1. Mesurer l'emplacement des poteaux à l'aide d'un ruban ou en comptant ses pas et marquer l'emplacement de chaque poteau. Les poteaux peuvent être espacés de 18 m sur terrain plat ou aussi éloignés que le terrain le permet (jusqu'à 18 m) afin de maintenir les fils parallèles au sol en terrain accidenté.
2. Placer un poteau intermédiaire de 198 cm x 100 mm à chaque emplacement marqué.
3. Enfoncer chaque poteau perpendiculairement à la surface du sol jusqu'à une profondeur de 76 cm pour maintenir la clôture droite. S'assurer que les poteaux ne poussent pas le fil-guide hors de l'alignement. Il est conseillé de laisser un dégagement de 13 à 20 mm entre le poteau enfoncé et le fil-guide.
4. Sur terrain accidenté, il faut prendre soin de planter tous les poteaux perpendiculairement à la surface du sol (fig. 34). Cette façon de faire permet au sol de conserver une stabilité optimale en plus de maintenir constante la hauteur de la clôture.
5. Les poteaux devraient généralement être placés du côté aval des fils dans le cas des clôtures traversant une pente et du côté opposé au côté exposé aux plus fortes pressions du bétail lorsque le terrain est plus plat.

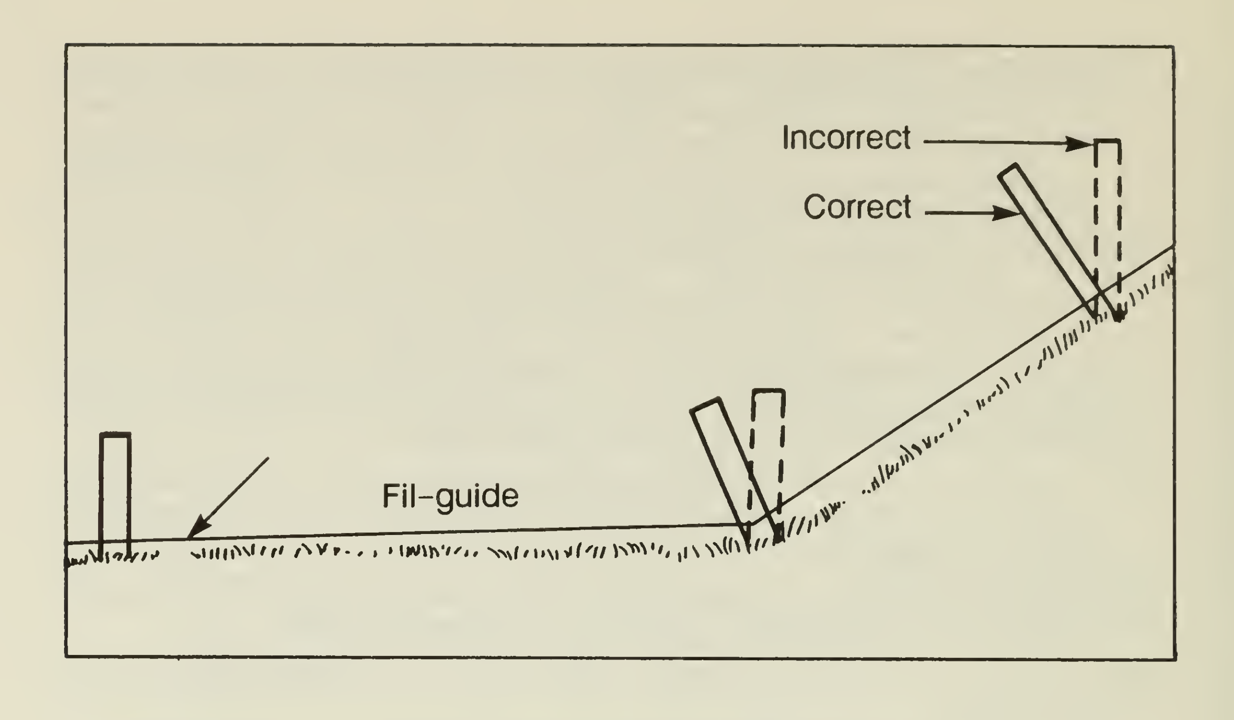


Fig. 34 Position verticale des poteaux intermédiaires.

POSE DES FILS DE LIGNE

Le travail avec des fils de fer demande des précautions particulières. Le fil barbelé a, bien sûr, des pointes qui accrochent et déchirent les vêtements et la peau, et il se tortille lorsqu'il est coupé. Le fil à haute résistance est plus rigide que le fil barbelé, est plus dur à plier et a davantage tendance à se tortiller lorsqu'il est coupé. Pour couper du fil, tenir le fil dont on a besoin dans une main et poser le pied sur l'autre bout. Si on doit lâcher une extrémité coupée, il faut la maintenir avec quelque chose ou l'enfoncer de plusieurs centimètres dans le sol. Porter des vêtements qui couvrent complètement les bras et les jambes, des souliers à semelles épaisses, des gants de cuir et des lunettes de sécurité.

La nature même du fil barbelé impose pratiquement de ne poser qu'un fil à la fois pour éviter qu'ils ne s'entremêlent. Puisque le fil à haute résistance ne s'entremêle pas, il est possible d'étendre tous les fils en même temps.

Pour étendre le fil

Procéder de la façon suivante pour étendre le fil :

1. Installer les fils sur des dévidoirs et, en commençant au poteau d'extrémité, du côté de la clôture exposé aux pressions du bétail, attacher les fils en commençant par le deuxième du bas, ou fixer le dévidoir.
2. Dérouler lentement les fils le long de la ligne de clôture en restant aussi près que possible des poteaux. Maintenir assez de tension sur les fils pour éviter qu'ils forment des boucles ou des plis.

3. Le fil à haute résistance lisse peut être cramponné régulièrement sur les poteaux du milieu de la section pour le guider. Laisser du jeu à l'intérieur des crampons pour que le fil puisse y glisser librement. (voir la section «Cramponnage»).
4. Continuer à dérouler le fil jusqu'à environ 152 cm au-delà du poteau de l'extrémité éloignée. Maintenir la tension de déroulement sur les fils.
5. Les fils devraient être maintenus en position sur les poteaux à l'aide de porte-poulies, dans le cas du fil barbelé, ou à l'aide de crampons peu enfoncés à intervalles réguliers, dans le cas du fil à haute résistance lisse. On s'assure ainsi que les fils seront parallèles à la surface du sol, une fois tendus, sans qu'on ait à les remonter ou à les abaisser, ce qui changerait la tension pendant le cramponnage définitif.
6. Si l'on n'utilise pas de tendeur sur fil, couper le fil à même le dévidoir et y attacher un tensiomètre. S'il s'agit de fil barbelé, tendre celui-ci à 272 kg, puis le détendre jusqu'à 136 kg et l'attacher au poteau d'extrémité. Tendre le fil à haute résistance à 136 kg et l'attacher au poteau d'extrémité. Si un tendeur sur fil est utilisé, attacher le fil au poteau d'extrémité sans le tendre au préalable. Cramponner tous les fils à l'assemblage d'ancrage.
7. Si des tendeurs sur fil (fig. 12) sont utilisés, couper chaque fil au niveau du dévidoir, placer tous les fils sur le poteau d'extrémité et les attacher au moyen d'un noeud pour poteau d'extrémité ou au moyen de manchons à compression. Ne pas tendre.
   a) Retourner au milieu de la section de clôture; en commençant par le fil du haut, attacher un tire-fils à environ 122 cm du poteau et serrer fermement le fil.
   b) Couper le fil au milieu du mou entre les mâchoires du tire-fils. Poser un tendeur sur fil en installant deux manchons à compression sur le fil le plus rapproché du poteau et reculer les manchons d'environ 30 cm. Enfiler environ 15 cm du fil dans les trous du manche du tendeur sur fil et replier le fil sur lui-même. Glisser les manchons vers l'avant pour y insérer le fil et comprimer les manchons.
   c) Enfiler le fil de ligne à travers le tambour du tendeur sur fil et couper l'excédent de fil près du tambour. Tourner le tambour pour maintenir le fil et insérer le doigt d'encliquetage. Continuer à tourner pour éliminer le mou. Retirer le tire-fils.
   d) Répéter les opérations ci-dessus pour tous les fils en y insérant un tendeur sur fil.
   e) Si un ressort indicateur de tension sur fil doit être utilisé, il faut le fixer entre le tendeur sur fil et le deuxième fil de ligne à partir du haut.

MISE EN TENSION DES FILS DE LIGNE

Les clôtures construites avec un tensiomètre sont tendues aux poteaux d'extrémité avant de procéder à l'attachement définitif. Si les méthodes de construction ont été suivies, les fils seront espacés et les clôtures seront tendues à 136 kg à 0 °C ou l'équivalent en fonction des températures. Ces clôtures demeurent bien tendues une fois que la clôture a atteint son équilibre et aucun autre ajustement de tension ne sera nécessaire.

La marche à suivre pour tendre une clôture à l'aide de tendeurs sur fil est la suivante :

1. En commençant par le fil équipé d'un ressort indicateur de tension sur fil, fixez une poignée ou une clé au tendeur et tournez le tambour du tendeur jusqu'à ce que le fil soit serré et dégagé des autres fils. Si des ressorts indicateurs de tension sur fil sont utilisés, mesurez la longueur de la partie boudinée du ressort. Continuez à tourner le tambour jusqu'à ce que le boudin soit raccourci à une longueur de 38 à 45 mm, ce qui indique une tension d'au moins 113 kg sur le fil.
2. Tournez le tambour des autres tendeurs sur fil jusqu'à ce que la tension soit approximativement égale à celle appliquée au fil avec ressort indicateur. Vérifiez la tension du fil en comparaison du fil tendu avec ressort en le tirant vers vous jusqu'à ce que vous sentiez que la résistance est la même. Avec la pratique, cette méthode peut être étonnamment précise.
3. Pour tendre les fils sans ressort sur fil, raidissez la clôture en tournant le tambour des tendeurs sur fil. Continuez à tourner le tambour et vérifiez la tension en mesurant le fléchissement à l'aide de l'appareil et du ressort gradué illustrés à la figure 13. Une fois le premier fil tendu, les autres fils peuvent être tendus approximativement au toucher; puis faites les derniers réglages en mesurant les pressions de fléchissement à l'aide de la planche et du ressort gradué.
4. Une fois que tous les fils sont tendus, cramponnez-les à leur hauteur respective prévue sur tous les poteaux en utilisant les méthodes de cramponnage recommandées. Enlevez tous les porte-poulies avant de cramponner.

CRAMPONNAGE

Le fil doit être cramponné aux poteaux intermédiaires une fois qu'il est tendu. Contrairement à la croyance populaire, les crampons des poteaux intermédiaires ne devraient jamais être enfoncés à fond contre le fil. Des crampons trop serrés augmentent le frottement sur le fil et empêchent une répartition de la tension sur les longues portées de fil. Ils coincent également le fil, qui est ainsi subdivisé en courtes sections rigides qui ont peu ou pas d'élasticité pour amortir les pressions du bétail sur la clôture. Les crampons trop serrés empêchent également les mouvements du fil en réaction aux changements de

température et, avec les charges imposées, causent un étirement qui mène à un fléchissement ou à une rupture du fil.

Les crampons devraient être enfoncés juste assez pour que le fil puisse être enlevé et réinséré dans l'arche de la tête du crampon (fig. 35). L'une des principales causes de défaillance des clôtures de fils est l'arrachement des crampons. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cette défaillance, notamment les suivants :

- Utilisation de crampons inappropriés.
- Cramponnage des fils du mauvais côté de la clôture, compte tenu des pressions exercées par les animaux.
- Fils cramponnés du côté intérieur des poteaux dans des courbes.
- Tension excessive sur les fils.
- Crampons dont la résistance à l'arrachement est faible parce qu'ils ont été mal plantés.

Technique appropriée

Suivre les étapes 1 à 6 si on veut employer la technique appropriée de cramponnage.

1. Choisir les crampons appropriés. Plus le crampon est long, plus il tient solidement. Des essais ont démontré que des crampons de 45 mm et de calibre 9 plantés dans des poteaux de bois ont 50 % plus de résistance à l'arrachement que des crampons de 38 mm et de calibre 9 plantés dans les mêmes poteaux. Pour une plus longue durée de vie utile, tous les crampons devraient être en fil galvanisé ou être galvanisés à chaud par culbutage après formage. Les crampons devraient avoir des pointes biseautées afin qu'ils puissent plier en s'enfonçant et ainsi avoir une résistance maximale à l'arrachement.
2. Les crampons ne devraient jamais être enfoncés verticalement dans les poteaux de bois. Les crampons ainsi enfoncés peuvent fendre le bois dans le sens du fil, ce qui les rend peu résistants à l'arrachement. Une légère rotation du crampon par rapport à la verticale permet d'écarquiller le fil du bois, ce qui augmente la force de retenue du crampon.

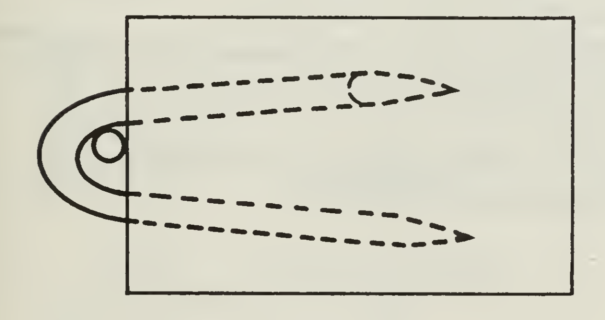


Fig. 35 Cramponnage approprié.

3. Les crampons à pointes biseautées devraient être plantés de façon que leurs pattes s'incurvent vers l'extérieur à mesure qu'elles pénètrent dans le bois (fig. 36). Le biseau agit comme un coin asymétrique et force les pattes à s'éloigner de la surface plane des pointes. Des essais ont démontré que des crampons plantés de façon que chaque patte s'incurve en s'éloignant de l'axe vertical ont 40 % plus de résistance à l'arrachement que les crampons mal plantés. Lorsqu'on place un crampon contre le bois au-dessus d'un fil, il faut incliner le crampon légèrement (20° par rapport à la verticale) du côté opposé à la surface plane de la pointe du haut (fig. 37).
4. Aux points bas (fossés), enfoncer les crampons à un angle ascendant et aux points hauts, à un angle descendant (fig. 38). Le fil tire alors le crampon vers l'intérieur du poteau plutôt que vers l'extérieur.
5. Aux points très hauts et très bas où les fils exercent une traction considérable sur les crampons, un double cramponnage est avantageux (fig. 39).
6. Lors de la pose et de la mise en tension des fils de ligne autour des poteaux, le cramponnage peut être utilisé pour réduire le frottement. Accrocher simplement un crampon sur le dessus du crampon de retenue et entre le fil et le poteau de façon que le fil glisse sur le crampon plutôt que sur le poteau (fig. 40).

INSTALLATION DES ESPACEURS

L'installation des espaceurs est la dernière opération à effectuer dans la construction d'une clôture de ligne. On attache des espaceurs sur les fils de ligne de la clôture une fois que tous les fils sont bien tendus et après le cramponnage définitif.

Les espaceurs, qui écartent les fils et répartissent les charges, doivent être convenablement installés pour fonctionner efficacement. Pour écarter les fils correctement, ils doivent rester verticaux et maintenir les fils en place; ils doivent donc être attachés relativement fermement aux fils. Par ailleurs, ils doivent aussi être libres de se déplacer avec les fils tout en conservant leur position sur les fils afin de pouvoir répartir les pressions exercées entre tous les fils.

Comme on l'a vu précédemment, le nombre et l'espacement des espaceurs dépendent des pressions exercées par les animaux sur les clôtures. Plus ces pressions sont importantes, plus il est impératif que l'écartement des fils soit rigidement maintenu et, par conséquent, plus les espaceurs doivent être rapprochés les uns des autres.

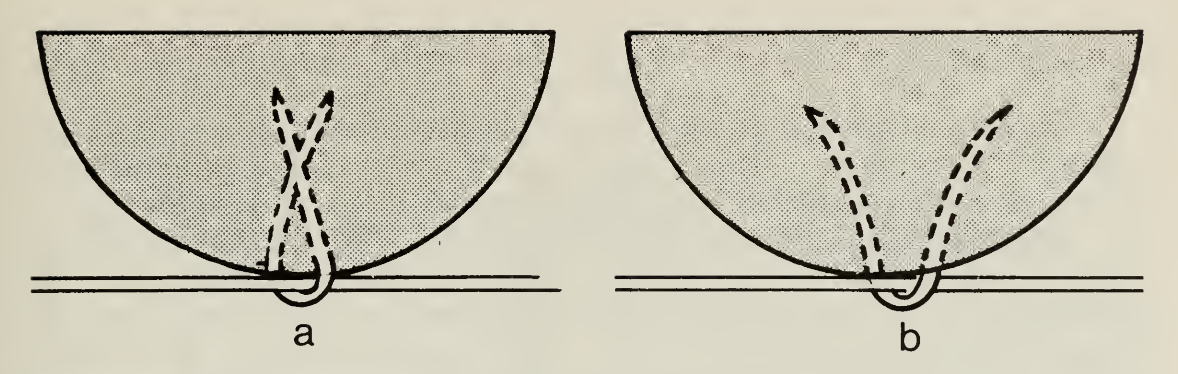


Fig. 36 Crampons enfoncés (*a*) bonne façon (*b*) mauvaise façon.

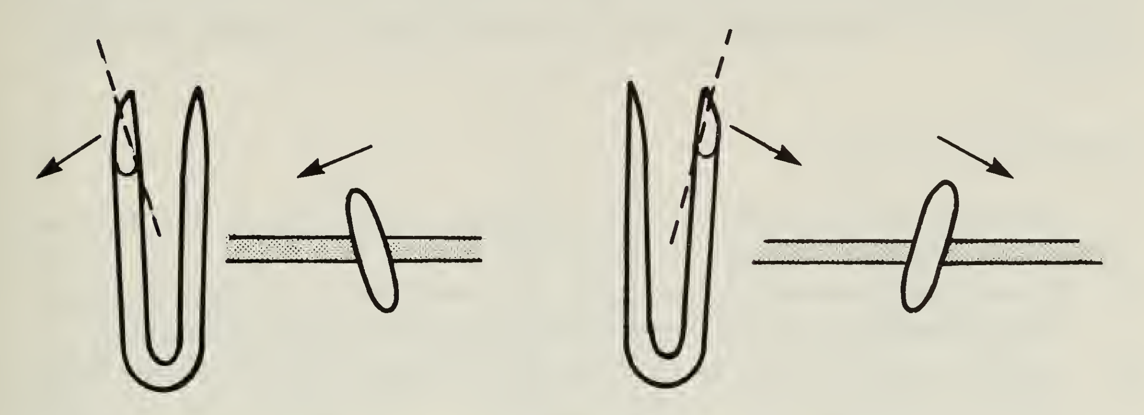


Fig. 37 Crampons tournés du côté opposé à la surface plane.

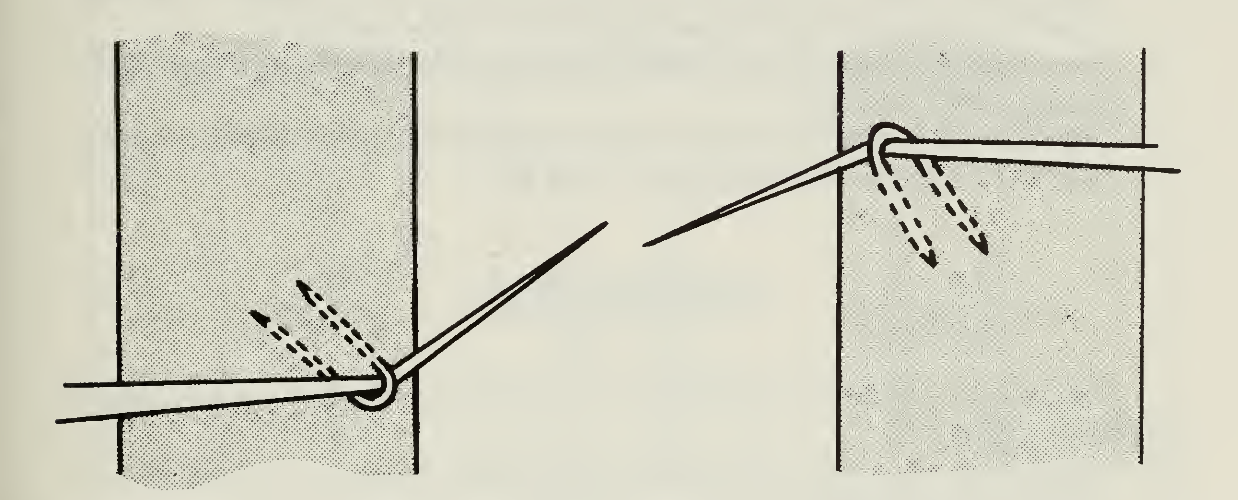


Fig. 38 Cramponnage des fils aux points hauts et aux points bas.

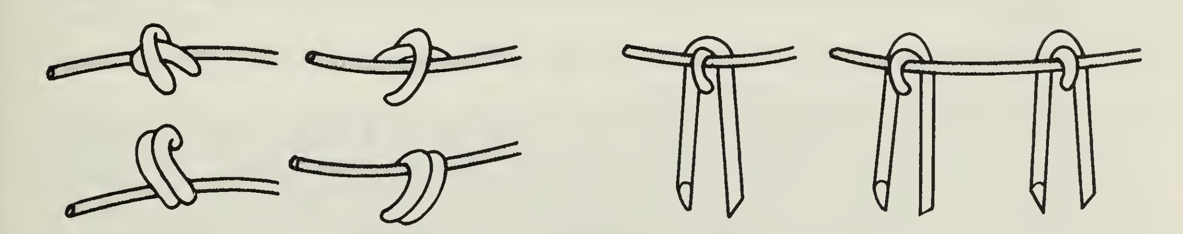


Fig. 39 Double cramponnage des fils aux points hauts et aux points bas.

Fig. 40 Cramponnage autour des courbes et des coins.

Suspension

Sur les clôtures dont les fils sont relativement rapprochés du sol (huit fils ou plus), il n'est pas recommandé que les espaceurs touchent le sol, ce qui les empêcherait de se déplacer avec les fils sous les chocs.

Dans le cas des clôtures dont le fil inférieur est à 30 cm ou plus du sol et dont les fils du bas sont exposés à de faibles pressions par les animaux, il est recommandé qu'un espaceur (ou un poteau) soit en contact avec le sol tous les 6 à 9 m. Par conséquent, dans une section de 18 m dont les espaceurs sont espacés de 3 m, un espaceur sur deux ou sur trois devrait toucher le sol. Ces espaceurs traînent sous la poussée de petits animaux (veaux) et empêchent le renversement de la clôture.

Méthodes de fixation

Les espaceurs peuvent être attachés selon l'une des façons suivantes aux fils de ligne.

1. Les espaceurs qui s'enclenchent sur les fils ou y sont attachés par des agrafes sont faciles à installer sans instructions préalables.
2. Les fils tordus en spirale sont placés de façon que les pattes de la spirale chevauchent le fil supérieur. L'installateur n'a qu'à pousser légèrement vers le bas et à guider l'espaceur pour qu'il s'entrelace entre les fils de la clôture. Il faut se rappeler que ces espaceurs se déforment sous les pressions des animaux.
3. Des espaceurs de bois de dimensions suffisantes peuvent être cramponnés aux fils.
4. Les noeuds à utiliser lorsque des espaceurs sont attachés avec du fil sont illustrés aux figures 41, 42 et 43.

BARRIÈRES

Toutes les clôtures ont besoin de barrières. Toutes les barrières devraient être :

- situées de manière à faciliter plutôt qu'à entraver la gestion de l'exploitation agricole;
- au moins aussi hautes que la clôture;
- assez larges pour permettre le passage de la machinerie la plus large;
- montées sur charnières et assez de niveau pour pivoter librement;
- aussi durables que la clôture.

Plus une barrière est large, plus elle tend à tirer sur le poteau auquel elle est accrochée. Pour cette raison, les barrières devraient être installées sur les poteaux d'extrémité et de tension auxquels les fils de ligne ont été attachés. Les poteaux devraient être au moins de 244 cm × 152 mm et enfoncés de 122 cm dans le sol. Les barrières

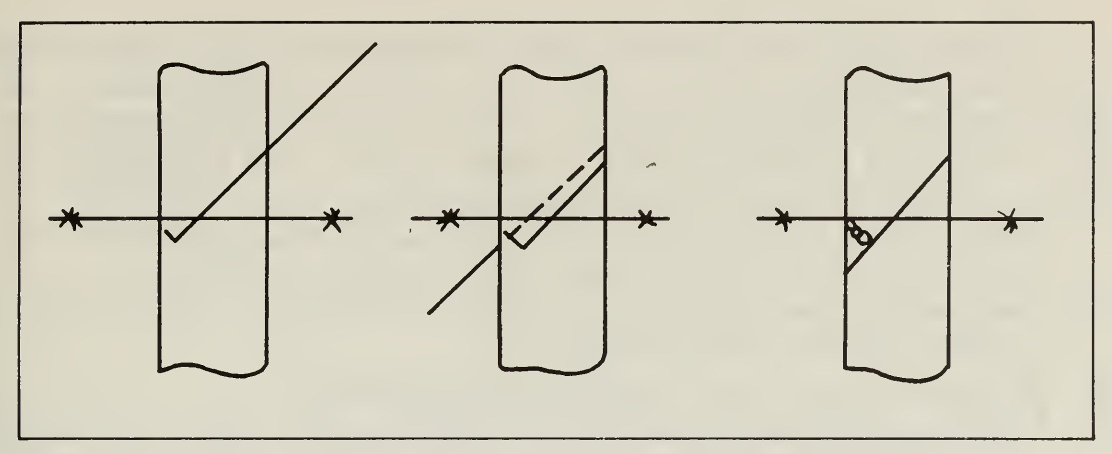


Fig. 41 Enroulement simple pour la fixation des espaceurs.

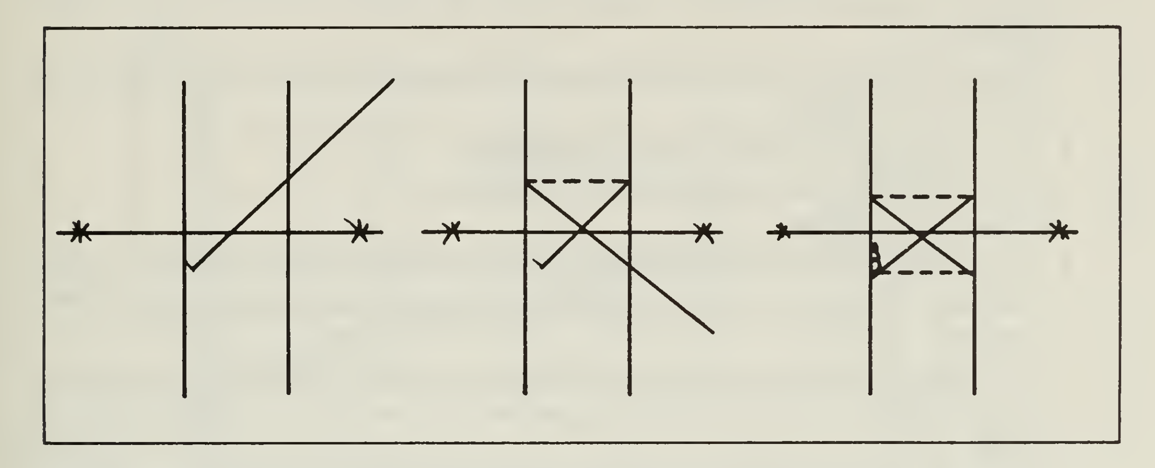


Fig. 42 Enroulement en huit pour la fixation des espaceurs.

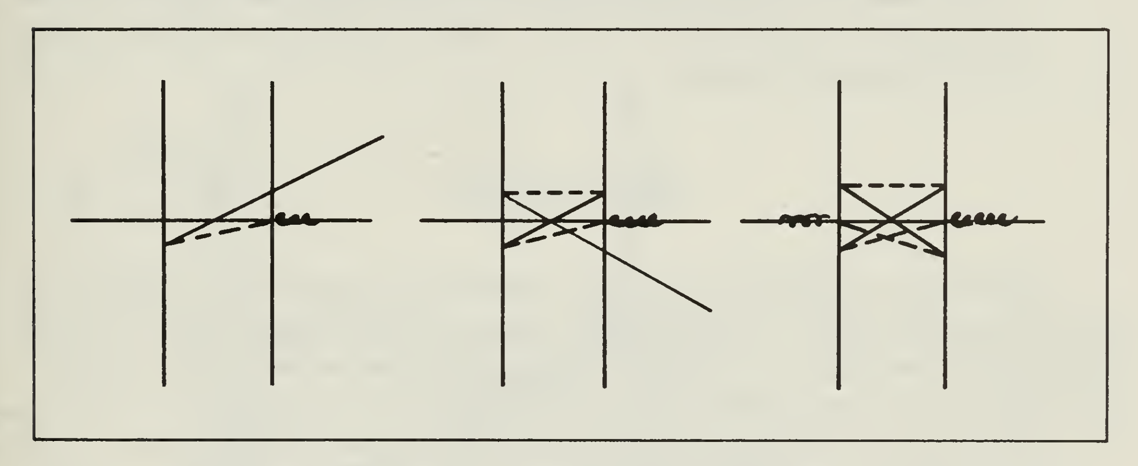


Fig. 43 Enroulement en huit pour la fixation des espaceurs sur du fil à haute résistance.

devraient se trouver à plusieurs mètres des coins et des clôtures perpendiculaires afin de faciliter les déplacements de la machinerie. Il peut être nécessaire de décaler les barrières des clôtures de délimitation de propriété le long des routes très passantes. Dans ces cas, des panneaux de planches sont préférables à de courtes sections de clôture de fils.

L'installation des charnières parallèlement aux fils de ligne de la clôture ne permet pas à la barrière de se rabattre contre la clôture. Il faut installer plutôt les charnières à 45° par rapport à l'alignement des fils, du côté où on désire que la clôture pivote, ainsi la barrière se refermera totalement contre la clôture (fig. 44).

Une barrière de fils sur charnières (fig. 45) conçue par S. Clark Martin à l'Université de l'Arizona se construit comme suit :

1. Fixer solidement les pièces d'extrémité à la diagonale de façon que le cadre soit relativement rigide.
2. Accrocher le cadre sur les charnières ou broches.
3. Fixer le premier fil à partir du centre du côté verrou jusqu'au centre du côté charnières.
4. Serrer le premier fil pour maintenir le côté verrou à la hauteur désirée.
5. Attacher les autres fils et les tendre assez serré pour maintenir le côté verrou vertical.
6. Fixer des supports verticaux au besoin.
7. Serrer le cadre de façon qu'il soit rigide.
8. Matériaux requis :
   - la diagonale et les montants d'extrémité peuvent être des tuyaux d'acier ou des pièces de bois ou une combinaison des deux;
   - les charnières peuvent être deux pivots boulonnés sur le poteau de barrière ou un pivot sur le poteau et un tuyau enterré dans le sol;
   - les joints entre la diagonale et les montants peuvent être soudés sur des pattes ou du tuyau aplati ou être vissés sur des cornières de fer pour les éléments en bois. Quel que soit le type de joints, ils doivent être serrés.

SÉCURITÉ

Quiconque construit une clôture de fils est exposé aux coupures et éraflures par les fils. Ces blessures peuvent être aggravées si l'on est imprudent lorsqu'on travaille à des clôtures sous forte traction. Certaines mesures de sécurité doivent toujours être prises.

1. Portez des vêtements résistants qui ne se déchireront et ne s'accrocheront pas facilement dans les fils ou les pointes.
2. Portez des gants de cuir ajustés et robustes, du type à manchette.
3. Portez des pantalons et des bottes de travail à semelles épaisses pour protéger les pieds et les jambes.
4. Équipez-vous des outils appropriés au travail à exécuter, gardez-les en bon état et suivez les instructions d'utilisation.
5. Portez des lunettes de sécurité lorsque vous coupez ou tendez du fil et lorsque vous plantez des clous ou des crampons.
6. Utilisez les carters appropriés pour le matériel à moteur.

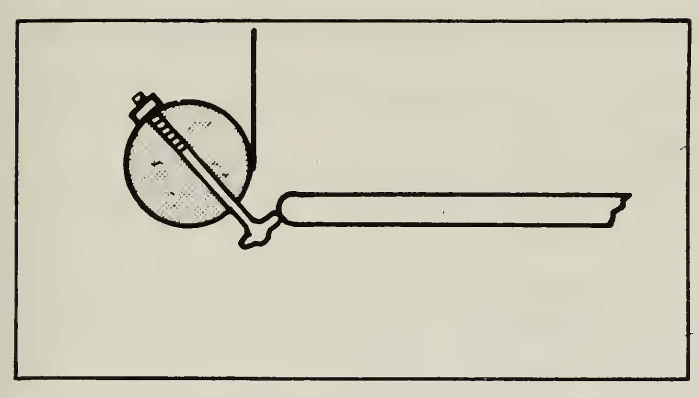


Fig. 44 Une barrière suspendue à 45 ° peut se rabattre totalement contre la clôture.

Fig. 45 Barrière de fils sur charnières.

7. Utilisez un tablier à clous ou un sac à outils pour transporter les clous, crampons et outils.
8. Portez un casque de sécurité et des protecteurs acoustiques lorsque vous utilisez un marteau-pilon.
9. Utilisez des chapeaux sur les poteaux pour éviter qu'ils se fendent.
10. Gardez les enfants et les animaux à l'écart des travaux de clôturage.
11. Lorsque vous travaillez avec des poteaux ou d'autres pièces de bois traité, portez des vêtements protecteurs. Certaines personnes sont allergiques aux produits chimiques de traitement.
12. N'utilisez jamais de raccourcis peu sécuritaires.
13. Gardez l'aire de travail exempte de débris; ramassez tous les bouts de fil, les clous, les crampons, etc. pour protéger le matériel, le bétail et les personnes.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier M. J.W. Zahradnik du *Bio Resource Engineering Department* de l'Université de Colombie-Britannique pour l'information fournie sur les principes de base tirés d'un contrat de recherche intitulé «*Study on cost reduction of rangeland fence construction in British Columbia*» financé par la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada. Il exprime également sa gratitude à M. John Wall, président de la société *Kiwi Fence Systems Inc.* de Waynesburg, PA, à l'*United States Steel Corporation* de Pittsburg, PA et aux nombreuses autres personnes qui ont bien voulu autoriser la reproduction de différents dessins, tableaux et autres documents techniques contenus dans le présent document.

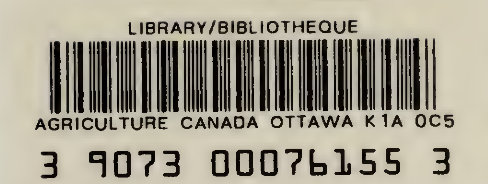


TABLE DE CONVERSIONS

Unités impériales	Facteur de conversion	Unités métriques	
Longueur			
pouce	× 25	millimètre	(mm)
pied	× 30	centimètre	(cm)
verge	× 0,9	mètre	(m)
mille	× 1,6	kilomètre	(km)
Surface			
pouce carré (po^2)	× 6,5	centimètre carré	(cm^2)
pied carré (pi^2)	× 0,09	mètre carré	(m^2)
verge carrée (v^2)	× 0,836	mètre carré	(m^2)
mille carré	× 259	hectare	(ha)
acre	× 0,40	hectare	(ha)
Volume			
pouce cube	× 16	centimètre cube	(cm^3, mL, cc)
pied cube	× 28	décimètre cube	(dm^3)
verge cube	× 0,8	mètre cube	m^3)
once liquide	× 28	millilitre	(mL)
chopine	× 0,57	litre	(L)
pinte	× 1,1	litre	(L)
gallon (R.-U.)	× 4,5	litre	(L)
gallon (É.-U.)	× 3,8	litre	(L)
Masse			
once	× 28	gramme	(g)
livre	× 0,45	kilogramme	(kg)
tonne (courte)	× 0,9	tonne	(t)
Température			
degrés Fahrenheit	(°F − 32) × 0,56 ou (°F − 32) × 5/9	degrés Celsius	(°C)
Pression			
livres par pouce carré	× 6,9	kilopascal	(kPa)
Puissance			
cheval-vapeur	× 746	watt	(W)
	× 0,75	kilowatt	(kW)
Vitesse			
pieds par seconde	× 0,30	mètres par seconde	(m/s)
milles par heure (mph)	× 1,6	kilomètres par heure	(km/h)
Agriculture			
gallons par acre	× 11,23	litres par hectare	(L/ha)
pintes par acre	× 2,8	litres par hectare	(L/ha)
chopines par acre	× 1,4	litres par hectare	(L/ha)
onces liquides par acre	× 70	millilitres par hectare	(mL/ha)
tonnes par acre	× 2,24	tonnes par hectare	(t/ha)
livres par acre	× 1,12	kilogrammes par hectare	(kg/ha)
onces par acre	× 70	grammes par hectare	(g/ha)
plants par acre	× 2,47	plants par hectare	(plants/ha)